

TABLE DES MATIÈRES

Première partie

ÉLÉMENTS DE PHYSIQUE ÉLECTRONIQUE

Chapitre 1. — CONSTITUTION DE LA MATIERE

Structure de l'atome	30
Particules élémentaires	31
Electrons libres	32
Courant électrique	32
Résistance	33
Semiconducteurs	34
Effet de la température	34
En résumé	34

Chapitre 2. — THEORIE ELECTRONIQUE DU SEMICONDUCTEUR

Etat cristallin	39
Réseau cristallin	40
Imperfections et impuretés	40
Cristal de germanium	41
Conduction intrinsèque	42
Niveaux d'énergie	43
Bandes d'énergie	44
Isolants	46
Conducteurs	46
Semiconducteurs	47
Le trou ou lacune	48
Particularités du trou	48
La paire électron-trou	50
Dopage	50
Semiconducteur N	50
Semiconducteur P	51
Porteurs de charge majoritaires	52
Neutralité électrique du cristal	52
En résumé	53

Chapitre 3. — LA JONCTION PN

Mouvement des porteurs	57
Jonction	58
Barrière de potentiel	58
Charge d'espace	60
Batterie équivalente	60
Polarisation directe de la jonction	61
Courant direct	61
Tension et courant directs	62
Variation du courant direct	63
Polarisation inverse de la jonction	63
Porteurs minoritaires	64
Courant inverse	64
Caractéristique totale	65
Avalanche	66
Diodes zener	66
En résumé	67

Chapitre 4. — LE TRANSISTOR

Triodes à semiconducteurs	71
Anatomie du transistor	72
Polarités du transistor NPN	72

TABLE DES MATIERES

Fonctionnement du transistor NPN	73
Courants dans le transistor NPN	73
Gain en courant alpha	74
Gain en puissance	74
Gain en courant béta	75
Porteurs majoritaires et minoritaires	75
Transistor et tube	76
Transistor PNP	77
Courants dans le transistor PNP	78
Fonctionnement général du transistor	78
Sens des courants	79
Représentation graphique	80
Montage en émetteur commun	80
Courant de base	80
En résumé	81



Deuxième partie

TECHNOLOGIE DES SEMICONDUCTEURS

Chapitre 5. — SEMICONDUCTION

Germanium	87
Sources de germanium	87
Silicium	88
Sources de silicium	88
Le germanium semiconducteur	88
Impuretés	88
Ionisation	90
La jonction PN	91
La diode à jonction	92
La diode à pointe	92
En résumé	92

Chapitre 6. — FONCTIONS DU TRANSISTOR

Le transistor à jonctions	97
Transistors de puissance	99
Base commune	99
Collecteur commun	99
Emetteur commun	100
Applications du transistor	100
Amplification	101
Oscillation	102
En résumé	102

Chapitre 7. — AUTRES DISPOSITIFS SEMICONDUCTEURS

La diode à double base	108
Le transistor tétrode	108
Le transistor penthode	109
Photodiode à jonction	109
Le phototransistor	110
La diode zener	110
La diode tunnel	110
Effet de champ	112
Zone de déplétion	112
Modulation de résistance	114
Géométrie	114
Comparaisons	115

TABLE DES MATIERES

Mode de fonctionnement	116
Caractéristiques	118
Particularités	120
Applications aux amplificateurs	120
Performances	122
Applications à la commutation	122
Avantages	123
Dispositifs semiconducteurs à quatre couches	124
Diode trijonction	124
Thyrator	126
Courant de maintien	128
Dispositif à quatre bornes	128
Commande du binistor	130
Transistors et diodes au silicium	131
En résumé	132
Chapitre 8. — PRATIQUE DU TRANSISTOR	
Particularités mécaniques	135
Conduction dans un semiconducteur	136
Transistor à jonctions	136
Transistor NPN	137
Transistor PNP	138
Jonctions de l'émetteur et du collecteur	138
Fabrication	138
Jonctions par alliage	139
Polarité	140
Connexions des électrodes	140
Risque de court-circuit	141
Soudage	141
Orientation dans le montage	142
Lumière ou autre radiation	142
Température de stockage	142
Nouveaux symboles	142
En résumé	144
Chapitre 9. — TECHNOLOGIE DU TRANSISTOR	
Transistors de puissance	147
Construction d'un transistor de puissance	148
Transistors au silicium	148
Transistors par alliage-diffusion et drift	149
Transistors mesa	150
Procédé épitaxial	151
Technologie combinées	152
En résumé	154



Troisième partie

TECHNIQUE DES SEMICONDUCTEURS

Chapitre 10. — CARACTERISTIQUES STATIQUES	
Amplification de courant	159
Caractéristique d'entrée	160
Résistance d'entrée	160
Attaque par un courant	161
Distorsion dans le circuit d'entrée	161
Caractéristique de transfert	162
Distorsion de non-linéarité	162

TABLE DES MATIERES

Coefficient d'amplification de courant en émetteur commun	162
Coefficient de transfert de courant en base commune	163
Caractéristique de sortie	164
Résistance de sortie	164
Caractéristique du type penthode	164
Non-linéarité	165
Courant résiduel de collecteur	165
 Chapitre 11. — CARACTERISTIQUES DYNAMIQUES	
Le procédé de la boîte noire	171
Paramètres hybrides ou h	172
Notation générale	174
Paramètres z	175
Paramètres z modifiés	175
Fonctionnement dynamique	176
Couplage par transformateur	177
Couplage RC	177
Circuit équivalent en T	178
Paramètres y	179
Equations du fonctionnement basées sur les paramètres h, en émetteur commun	180
Equations du fonctionnement basées sur les paramètres du réseau en T, en émetteur commun	181
Conversion des paramètres du réseau en T en paramètres h	181
Conversion des paramètres du réseau en T en paramètres z modifiés	182
Point de fonctionnement quelconque	182
Conversion des paramètres h en paramètres z modifiés	183
Valeurs des paramètres y	184
Equivalence des notations (i, r, f, o) américaines des paramètres en notation universelle	185
En résumé	185
 Chapitre 12. — MONTAGES FONDAMENTAUX EN ALTERNATIF	
Montages fondamentaux	189
Base commune	190
Impédance d'entrée	190
Impédance de sortie	190
Gain en courant d'un étage	191
Coefficient d'amplification en courant	191
Gain en tension	192
Coefficient d'amplification de tension	192
Gain en puissance	192
Emetteur commun	193
Impédance d'entrée	194
Impédance de sortie	194
Gain en courant	194
Gain en tension	195
Gain en puissance	195
Collecteur commun	196
Performances comparées	196
Gain de courant maximal	196
Impédances d'entrée et de sortie adaptées	197
Gain de puissance à l'adaptation	197
Fréquence de coupure	198
Couplage par RC et par transformateur	198
Applications	199
Fonctionnement d'un transistor du type OC 71	200
En résumé	202

TABLE DES MATIERES

Chapitre 13. — LES COURANTS DANS LE TRANSISTOR

Conservation du courant	205
Relations entre α et β	206
Inversion du courant de base	206
Coefficients aux signaux forts	208
Relation entre I_{ceo} et I_{ebo}	209
Equation fondamentale du transistor	209
Effets de température	210
Tolérances de fabrication	210
Manipulations	211
Courant résiduel I_{ceo}	212
Caractéristique statique de sortie	212
Caractéristique statique de transfert	212
Résistance d'entrée du transistor	213
Résistance de sortie du transistor	214
En résumé	215

Chapitre 14. — POLARISATION ET STABILISATION

Stabilisation	219
Base commune	220
Montage simple à émetteur commun	220
Emetteur commun avec réaction	221
Résistance à l'émetteur et diviseur de tension	222
Thermistance	224
Résistance CTP	225
Montage à deux batteries	226
Emballement thermique	227
Principe de la demi-tension d'alimentation	229
Montages stabilisés recommandés	229
Méthode d'étude	230
Exemple 1	234
Exemple 2	235
Exemple 3	236
Exemple 4	237
En résumé	238

Chapitre 15. — CIRCUITS EQUIVALENTS

Modèle du transistor	241
Action de l'émetteur	242
Diffusion à travers la base	242
Action du collecteur	242
Résistance de l'émetteur	243
Coefficient d'amplification de courant	244
Epaisseur de la couche de transition de collecteur	244
Capacité de la couche de transition de collecteur	244
Résistance ohmique de base	245
Circuit équivalent en T, base commune	245
Capacité de l'émetteur	245
Modification du réseau	246
Capacité du collecteur et résistance du collecteur	247
Double résistance de base	248
Circuit équivalent en T pour fréquences basses	249
Circuit équivalent en T pour radio-fréquences	250
Circuit équivalent en π , base commune	250
Circuit équivalent en π hybride, émetteur commun	250
Circuit équivalent en π hybride complet, émetteur commun	251
Validité des circuits équivalents	251
Choix du circuit équivalent	252
Fréquences de coupure	255
Coefficient d'amplification de courant	256

TABLE DES MATIERES

Difficultés rencontrées	257
Paramètres radio-fréquence	257
Importance relative de f_1 et de f_n	258
Mesure de la fréquence f_1	258
Fréquence maximale f_{max}	259
En résumé	259
Chapitre 16. — VALEURS LIMITES	
Spécifications maximales absolues	263
Précision de la limite	263
Puissance dissipée et température	264
Effet de la température ambiante	264
Radiateur thermique	266
Spécifications du courant de collecteur	268
Spécifications de tension	268
Caractéristiques d'avalanche	269
Charge résistive	270
Charge inductive	271
Tension d'amollissement	272
Valeur de K_n pour un radiateur thermique	272
Ventilation par air forcé	273
Mesure des résistances thermiques des radiateurs	274
Résistance thermique de l'isolant électrique	275
Caractéristiques d'avalanche et de claquage	276
Protection contre l'électricité statique	276
En résumé	276
Chapitre 17. — DIODES A SEMICONDUCTEURS	
Avantages	281
Polarité	282
Caractéristique de diode	282
Caractéristique directe	282
Caractéristique inverse	283
Région du zéro	284
Corrections	284
Accumulation de porteurs	284
Transitoire direct	286
Diode à pointe	286
Tension inverse	287
Détecteur vidéo	288
Détecteur de son	288
Limiteur de bruit en télévision	288
Diode à pointe d'or	288
Diode à jonction	289
Caractéristiques des diodes à jonction	289
Diodes zener	290
En résumé	291
Chapitre 18. — PHOTODIODES ET PHOTOTRANSISTORS	
Photodiode	295
Phototransistor	296
Utilisation du phototransistor	298
Applications de la photodiode	298
Sensibilité et réponse	300
Puissance dissipée	300
Amplificateurs à transistors pour photo-relais	300
Relais à puissance moyenne	302
Relais de puissance	304
Lecteur de son pour cinéma	304
Tachymètre	305

TABLE DES MATIERES

Phototransistor en lumière modulée	306
Applications	306
Cellules ou piles solaires	306
En résumé	307



Quatrième partie

APPLICATIONS DES SEMICONDUCTEURS

Chapitre 19. — ETAGES AMPLIFICATEURS

Classification	313
Disposition des circuits	313
Stabilisation en courant continu	314
Courant et tension de fonctionnement	316
Puissance dissipée maximale et emballement thermique ..	316
Montages stables	316
Température maximale de la jonction	317
Stabilité thermique	317
Gain	318
Capacité de couplage	318
Capacité de découplage de l'émetteur	319
Réponse à la fréquence	319
Distorsion	320
Souffle	320
Impédance d'entrée	320
Contre-réaction sur un étage	321
Contre-réaction sur plusieurs étages	321
Taux de contre-réaction	321
Correction de fréquence	322
Découplage de l'alimentation	322
Etages amplificateurs courants	322
Préamplificateur pour 250 V	323
Préamplificateur pour microphone dynamique	325
Préamplificateur pour magnétophone	325
Correspondance entre anciens types et nouvelles dénominations	326

Chapitre 20. — ETAGES DE SORTIE CLASSE A

Considérations fondamentales	329
Pertes	330
Exigences de l'attaque	331
Collecteur commun	331
Base commune	332
Amplificateur simple	332
Etages de sortie AF pour auto-radio	332
Fonctionnement à basse tension	332
Récepteur hybride	333
Tension d'alimentation	333
Attaque par EF 98	334
Etage de sortie	334
Transformateur de sortie	334
Stabilité thermique	335
Contre-réaction locale	335
Etage d'attaque	335
Transformateur d'attaque	335
Réduction d'encombrement et de poids	336

TABLE DES MATIERES

Etage de sortie avec attaque par OC 71	336
Radiateur thermique et découplages réduits	336
Etage de sortie	337
Transformateur de sortie	338
Charge de collecteur	338
Rapport du transformateur de sortie	339
Puissance dans le haut-parleur	339
Stabilité thermique	339
Contre-réaction locale	340
Contre-réaction sur l'ensemble	340
Etage d'attaque	340
Tension de batterie pour l'attaque	341
Transformateur d'attaque	341
Réponse en fréquence	341
Sensibilité	342
Amplificateur à couplage direct	342
 Chapitre 21. — ETAGES DE SORTIE CLASSE B	
Fonctionnement	347
Emetteur commun	348
Montage recommandé	349
Stabilité thermique	350
Rapport des transformateurs	350
Etages à charge répartie	350
Etages à collecteur commun	351
Méthode d'étude	352
Tension au coude nulle	352
Effet de la tension de coude	353
Résistance de l'émetteur	354
Courant de repos et puissance dissipée	354
Courant d'attaque	355
Tension d'attaque	355
Non-linéarité	356
Déséquilibre des β	356
Déséquilibre des impédances d'entrée	356
Déséquilibre des fréquences de coupure	357
Distorsion de croisement	357
Accumulation de trous	360
Montages pratiques	360
 Chapitre 22. — PROTHESES AUDITIVES	
Amplificateur à quatre transistors	363
Bruit de souffle	364
Etage d'entrée	364
Etage d'attaque	364
Etage de sortie	364
Boucle de réaction	365
Fonctionnement	365
Amplificateur à trois transistors	365
Amplificateur à couplage direct	366
Choix du montage	366
Conditions de fonctionnement	367
Résistance de découplage	367
Résultats	368
 Chapitre 23. — AMPLIFICATEUR AF DE FAIBLE PUISSANCE	
Amplificateur 200 mW	371
Amplificateur 200 mW, 6 V	372
Autre amplificateur 200 mW	373
Amplificateur classique 200 mW	373
Description	374

TABLE DES MATIERES

Transformateur de sortie	374
Transformateur d'attaque	375
Variante d'amplificateur 200 mW	375
Autres conditions de fonctionnement	376
Amplificateur 1 W	377
Amplificateur 370 mW sans transformateur	379
Résultats de mesures	380
Amplificateur 2 watts	380
Performances	381
Transformateurs	382
Chapitre 24. — AMPLIFICATEURS DE FORTE PUISSANCE	
Montage pour 14 V	385
Etage de sortie	385
Auto-transformateur de sortie	386
Etage d'attaque	386
Transformateur d'attaque	386
Etages amplificateurs	388
Equipement à 28 V	388
Transformateur d'attaque	388
Fortes puissances de sortie	390
Amplificateur haute qualité 5 watts	390
Résultats	392
Transformateur de sortie	392
Radiateur	392
Amplificateur 10 watts sans transformateur	393
Calcul de l'amplificateur	395
Courants de repos	396
Contre-réaction	397
Réponse en fréquence	397
Puissance dissipée et radiateurs	398
Transistor d'attaque	399
Transistor d'entrée	399
Calcul de la sensibilité	400
Alimentation	401
Amplificateur 60 watts	401
Éléments spéciaux	403
Résultats de mesures	403
Variations de température	403
Chapitre 25. — AMPLIFICATEURS DE FREQUENCE INTER-MEDIAIRE	
Réaction interne	407
Gain et fréquence de coupure	407
Choix du transistor	408
Montage de l'amplificateur F1	408
Circuit équivalent	408
Unilatéralisation	410
Impédances d'entrée et de sortie	410
Effet des éléments de réaction	411
Gain maximal théorique	412
Etude du bobinage	413
Pertes du bobinage	414
Gain réel de l'étage	414
Amplificateurs F1 sur 10,7 MHz	414
Chapitre 26. — AMPLIFICATION RF ET CHANGEMENT DE FREQUENCE	
Circuit d'antenne	419
Amplification RF	422

TABLE DES MATIERES

Amplification RF en modulation d'amplitude	423
Amplification RF en modulation de fréquence	423
Conversion et mélange de fréquence	424
Oscillateur séparé ou auto-oscillateur	424
Convertisseur ondes moyennes et longues	425
Convertisseur auto-oscillateur en MF	428
Effet de saturation et remèdes	430
En résumé	431
 Chapitre 27. — DETECTION	
Détection et modulation d'amplitude	435
Fort signal d'entrée	436
Faible signal d'entrée	436
Régime alternatif de la charge	436
Couplage d'entrée	436
Détection et première AF par transistor	437
Commande automatique de gain	438
Commande combinée FI et antenne	439
Commande d'un étage FI	439
C.A.G. et filtre passe-bas	440
Amélioration de la C.A.G.	440
Commande retardée	441
Commande retardée avec amplification	442
Détection de la modulation en fréquence MF	442
Détecteurs de rapport modifiés	443
Détecteur de rapport sur faible résistance en continu ...	443
Commande de gain en MF	444
C.A.G. avec transistors NPN	444
En conclusion	446
 Chapitre 28. — RECEPTEURS DE RADIODIFFUSION	
Récepteur portatif	449
Description générale	449
Circuit d'antenne	452
Convertisseur de fréquence	452
Courant de fonctionnement	453
Condensateur d'accord	454
Résistance d'entrée du mélangeur	456
Résistance de sortie du mélangeur	456
Gain de conversion	457
Amplificateur FI	457
Détecteur	458
Commande automatique de gain	458
Amplificateur d'audio-fréquences	460
Puissances de sortie plus fortes	460
Récepteur miniature	461
Grands récepteurs	461
Résultats des mesures	462
Composants principaux	462
Composants pour la version miniature	464
Récepteur pour modulation en fréquence et en amplitude..	465
Préamplificateur pour MF	465
Oscillateur MF	465
Oscillateur-mélangeur pour MA	467
Amplificateur FI	468
C.A.G.	468
Résultats	468
Bobinages du récepteur MA/MF	468
Préamplificateur pour pick-up magnétodynamique	471
Réception des VHF	471

TABLE DES MATIERES

Chapitre 29. — RECEPTEURS DE TELEVISION

Platine RF monocanal	475
Etage RF	476
Mélangeur	477
Oscillateur	478
Etage auxiliaire FI à large bande	478
Performances	478
Montage	479
Sélecteur de canaux VHF	481
Performances	482
Amplificateur FI vision	482
Point de fonctionnement	484
Couplage entre étages	484
Avantages	484
Liaison sélecteur-amplificateur FI	485
Premier étage FI vision	486
Autres étages FI vision	486
Détection	487
Circuits réjecteurs	487
Réglage de l'amplificateur FI vision	488
Montage pratique	488
Performances	490
Détails des bobinages	490
Amplificateur FI son	490
Performances	492
Détails des bobinages	492
Détection vision	492
Amplification VF	493
Choix des transistors	493
Bande passante	495
Diode de restitution	495
Montage adopté	496
Amplificateur VF à liaison directe	496
Amplificateur VF à forte tension de sortie	496
Détermination du point de repos	497
Performances	498
Montage à liaison directe	498
Séparateur de synchronisation	498
Type de transistor	500
Performances du transistor à utiliser	500
Influence de la température	500
Choix de la résistance de charge	500
Montage	501
Impédance d'entrée	501
Base horizontale	501
Schéma de principe	502
Détail des bobinages	504
Performances	504
Base verticale	504
Schéma de principe	506
Détail des bobinages	506

Chapitre 30. — EMETTEURS

Emetteur 4 W - 500 kHz	509
Constitution de l'émetteur	509
Amplificateur symétrique	510
Charge de collecteur	510
Etude du transformateur de sortie	512
Etage d'attaque	513
Amplificateur RF	514

TABLE DES MATIERES

Oscillateur	515
Méthode de réglage	516
Résultats	516
Téléphonie	517
Manipulation télégraphie manuelle	517
Manipulation automatique	518
Télégraphie classe A	518
Onde entretenue modulée classe A ₁	518
Onde entretenue modulée classe A ₂	518
Équipement pour secours d'urgence	518
Réalisation des transformateurs	519
Émetteur MF simple 144 MHz	520
Oscillateur Colpitts	521
Oscillateurs à quartz	522
Chapitre 31. — OSCILLATEURS ACCORDES	
Tension de sortie	528
Gain de boucle	528
Fréquences basses	530
Fréquences élevées	530
Valeur maximale de R _r	532
Polarisation par résistance à la base	532
Polarisation par diviseur de tension et résistance à l'émetteur	533
Stabilité en température	534
Distorsion	534
Blocage intermittent	535
Stabilité de fréquence	535
Oscillateur 10 kHz - 20 mW	536
Stabilisation en continu	536
Résistance de charge	537
Résistance d'émetteur	537
Rapport du transformateur	538
Montage complet	538
Blocage intermittent	538
Oscillateur 50 kHz - 90 mW	539
Oscillateur à 42 kHz pour magnétophones	539
Chapitre 32. — OSCILLATEURS A DEPHASAGE	
Oscillateur à un seul transistor	543
Réseau en échelle	543
Nombre de sections	545
Fréquence de fonctionnement	545
Oscillateur 800 Hz	546
Oscillateurs à réseau de Wien	546
Montage à deux transistors	546
Montage à trois transistors	548
Stabilité	548
Signaux rectangulaires	549



Cinquième partie

UTILISATION PROFESSIONNELLE

DES SEMICONDUCTEURS

Chapitre 33. — LE TRANSISTOR COMMUTEUR	
Commutateur de tension	555
Blocage	556

TABLE DES MATIERES

Commutateur de courant	557
Blocage	557
Circuit équivalent pour les signaux forts	558
Circuit équivalent en continu	558
Capacité de charge d'espace	558
Capacité de diffusion	559
Simplification du circuit équivalent	560
Etat bloqué	560
Région active normale	562
Région active inverse	562
Région de saturation de courant	562
Utilisation du circuit équivalent	563
Cas particulier	563
Commutateur de puissance	564
Conduction	564
Blocage	565
Blocage retardé	565
Mesure des paramètres de commutation	566
Exemple de commutateur rapide	568

Chapitre 34. — CIRCUITS A IMPULSIONS

Multivibrateur astable	571
Multivibrateur monostable	573
Multivibrateur bistable	574
Multivibrateur bistable asymétrique	576
Multivibrateur bistable complémentaire	578
Fonctionnement en bascule de Schmitt	578
Oscillateur à blocage	578
Montage déclenché	579
Oscillateur à blocage du type instable	580
Production de dents de scie	581
Commutation plus rapide	582
Commutation très rapide en avalanche	584
Compteur en anneau avec PNP	584

Chapitre 35. — AMPLIFICATEURS CONTINUS

Amplificateurs à couplage direct	590
Amplificateur à transistors au germanium	590
Amplificateur utilisant des transistors au silicium	590
Amplificateur symétrique à contre-réaction différentielle ..	592
Autre amplificateur symétrique	593
Commande de température	594
Amplificateurs avec découpage	594
Découpeur à semiconducteurs	596
Découpeur à diode au silicium	596
Découpeur à un seul transistor	596
Découpeur équilibré à transistors	598
Amplificateur pour vibreur mécanique	598
Comparaison des résultats	600
Dérive	600
Performances des amplificateurs à couplage direct	602
Performances des amplificateurs à découpage	603

Chapitre 36. — CONVERTISSEURS CONTINU-CONTINU

Principe de fonctionnement	607
Convertisseur symétrique à deux transformateurs	608
Etude du projet	609
Transformateur d'attaque	610

TABLE DES MATIERES

Transformateur de sortie	611
Circuit de démarrage	611
Etude du montage pratique	612
Transformateur d'attaque	612
Tolérances des transistors	613
Transformateur de sortie	614
Circuit de démarrage	615
Démarrage par diode	615
Démarrage par résistance	615
Performances du convertisseur	615
Radiateurs	615
Charge capacitive	617
Fonctionnement avec démarrage par résistance	617
Doubleur de tension	618
Transformateur saturable T_1	618
Transformateur de sortie T_2	618
Montage en pont	619
Convertisseurs à faible puissance	620
Convertisseur symétrique à deux transistors 700 mW	621
Conclusion	622
 Chapitre 37. — STABILISATION ET REGULATION	
Principe de fonctionnement	625
Montage de protection	626
Détails pratiques	630
Résultats obtenus	630
Diodes zener	630
Utilisation directe	631
Régulation par transistor shunt	632
Régulateur à transistor série	633
Régulateur de courant	634
Alimentation réglable	636
Alimentation stabilisée pour secteur et accumulateur	637
Alimentation stabilisée 9 V pour récepteur à transistors ..	638
 Chapitre 38. — APPLICATIONS INDUSTRIELLES	
Tachymètre à transistors	641
Minuterie électronique	643
Régulateur de température	644
Diviseur de fréquence	645
Oscillateur de relaxation quasi-sinusoïdal	647
Stabilisation photoélectrique d'une source lumineuse	648
Lampe à éclair automatique	650
Prédétermination des bistables	651
Convertisseur pour l'alimentation d'un tube fluorescent ..	652
Fonctionnement	652
Caractéristiques des transformateurs	653
Extinction automatique des filaments	654
Régulateur-limiteur de dynamo	654
Caractéristique du comparateur	655
Diode d'amortissement	656
Limiteur de courant	656
 Chapitre 39. — BLOCS FONCTIONNELS LOGIQUES	
Briques et édifices	661
Ensembles à transistors	662
Encombrement	663
Elaboration d'un système	663
Multivibrateur	664

TABLE DES MATIERES

Double porte ET à trois entrées	665
Double porte ET à deux entrées	666
Amplificateur inverseur double	666
Double émettodyne	667
Emettodyne-amplificateur inverseur	667
Mise en forme	668
Multivibrateur monostable	669
Double porte OU à trois entrées	669
Double porte OU à deux entrées	670
Multivibrateur	670
Porte logique	671
Double émettodyne	672
Amplificateur-inverseur double	672
Exemples d'applications	673

Chapitre 40. — SYSTEMES AUTOMATIQUES

Millivoltmètre digital automatique à affichage	679
Principe	680
Description générale	680
Convertisseur digital-analogue	684
Registre d'information et sélecteur	686
Circuit d'armement du registre d'information	686
Circuit de remise à zéro du registre d'information	688
Générateur d'impulsions	690
Décodeur et indicateur	690
Alimentations	692
Automatisation des feux de trafic	693
Base de temps	694
Compteur d'impulsions	694
Prédétermination	696
Mémoire	696
Mise sous tension	698
Etage de puissance	698
Etage intermédiaire	698
Etage d'entrée	698
Etage inverseur	698
Caractéristique de charge	700
Construction	700
Horloge électronique numérique	701
Principe	702
Générateur de fréquence étalon	702
Principe de la division de fréquence	702
Echelles de comptage	705
Affichage numérique	708
Décodage	708
Remise à l'heure	710
Fin de cycle de 24 h	710
Remise à zéro	711
Passage de 24 h à 0 h	711
Alimentations	712
Réalisation	712
Chronomètre automatique à blocs-circuits	713
Principe du chronomètre automatique	712
Compteur d'impulsions	713
Voyants d'affichage	713
Amplificateurs d'affichage	714
Porte à impulsions et circuits d'entrée	714
Base de temps	716
Changement de gamme automatique	716
Echelle de 5 de changement de gammes	717

TABLE DES MATIERES

Déplacement de la virgule	717
Positionnement du compteur au changement de gammes..	718
Division de fréquence de la base de temps	718
Mise automatique à zéro à la mise sous tension	719
Mise à zéro manuelle	719
Alimentations	720
Réalisation	722
Fréquencemètre automatique à blocs-circuits	722
Principe du fréquencemètre automatique	723
Compteur d'impulsions	723
Mémoire du compteur	726
Matrice de décodage	726
Amplificateurs d'affichage	727
Changement de gamme automatique	728
Echelle de changement de gamme	728
Signalisation hors-gamme	728
Positionnement de la décode	729
Base de temps	730
Division de fréquence de la base de temps	732
Portes à impulsions	732
Division de fréquence du signal	732
Circuits d'entrée	732
Circuits d'horloge et de mise à zéro	734
Commande d'une machine imprimante	736
Alimentations	736
Vérification du fonctionnement	736
Réalisation	736

Chapitre 41. — MESURES

Oscillateur 1 000 Hz	741
Amplificateur accordé 1 000 Hz	742
Mesure de la fréquence de coupure α	744
Transistormètre	746
Caractéristiques mesurées	746
Mesure de I_{e0}	747
Mesure de I_0	748
Mesure du gain β	748
Caractéristiques techniques	749
Chiffre de bruit F d'un transistor	750
Mesure de β	751
Millivoltmètre continu	752
Schéma	752
Stabilité du zéro	754
Valeurs des éléments	754
Oscilloscope portable à transistors	756
Amplificateur vertical	756
Le déclencheur	758
Mutivibrateur-porte	758
Circuit d'effacement	760
Amplificateur horizontal	761
Alimentation	762
Performances	762
Millivoltmètre-voltmètre alternatif	763
Fonctionnement	763
Performances	766
Appareil de mesure du facteur de souffle	767
Facteur de souffle d'un transistor	769
Description de l'appareil	772
Méthode de mesure	773
Réalisation	773