

Aide-mémoire

BTS • IUT • Licence • Écoles d'ingénieurs



AIDE-MÉMOIRE ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE ET NUMÉRIQUE

2^e édition

Jean-Marc Poitevin

DUNOD

Table des matières

CHAPITRE 1 • SIGNAUX NON ALÉATOIRES	1
1.1 Signal sinusoïdal, signal périodique	1
1.2 Énergie, puissance, valeurs moyenne et efficace	2
1.3 Série de Fourier	2
1.4 Intégrale de Fourier	4
1.5 Exemples	5
CHAPITRE 2 • COMPOSANTS PASSIFS, IMPÉDANCES ET ADMITTANCES	7
2.1 Résistances linéaires	7
2.2 Résistances à coefficient de température	9
2.3 Varistances	10
2.4 Condensateurs	11
2.5 Inductances, transformateurs	13
2.6 Impédances et admittances complexes	17
2.7 Groupements série et parallèle	17
2.8 Coefficient de qualité	18
2.9 Adaptation d'impédances	18
CHAPITRE 3 • MÉTHODES D'ANALYSE DES CIRCUITS	19
3.1 Diviseurs de tension et de courant	19
3.2 Générateurs de tension et de courant équivalents	19
3.3 Loi des nœuds	20
3.4 Théorème de Millman	20
3.5 Lois de Kirchoff	21
3.6 Loi des mailles	21
3.7 Théorème de Thévenin	22
3.8 Théorème de Norton	22

3.9	Circuits série et parallèle équivalents	23
3.10	Quadripôles, impédances et admittances	23
CHAPITRE 4 • RÉPONSE TEMPORELLE, NOTATION SYMBOLIQUE, TRANSFORMÉE DE LAPLACE		25
4.1	Notation symbolique	25
4.2	Circuits du premier ordre, intégrateur, dérivateur	25
4.3	Circuits du second ordre	27
4.4	Transformation de Laplace	29
4.5	Intégration et dérivation d'un signal rectangulaire	31
4.6	Effet d'un circuit intégrateur ou dérivateur sur une rampe de tension	32
4.7	Atténuateur compensable	33
CHAPITRE 5 • RÉPONSE FRÉQUENTIELLE, DIAGRAMMES DE BODE ET DE NYQUIST		34
5.1	Amplitude, déphasage, diagrammes	34
5.2	Circuits du premier ordre	35
5.3	Circuits du second ordre	37
5.4	Passe-bas et passe-haut du second ordre	40
5.5	Passe-bande	41
5.6	Quelques circuits classiques	42
CHAPITRE 6 • CIRCUITS RÉSONNANTS ET CIRCUITS COUPLÉS		47
6.1	Circuit résonnant série	47
6.2	Circuit résonnant parallèle	48
6.3	Transformateur à primaire ou secondaire accordé	49
6.4	Transformateur à primaire et secondaire accordés	50
6.5	Adaptation d'impédance	51
6.6	Filtre à onde acoustique de surface	53
CHAPITRE 7 • FILTRES ET LIGNES		54
7.1	Filtres en T et en p	54
7.2	Quelques exemples de filtres	55
7.3	Équations de propagation dans une ligne	57

23	7.4	Impédance caractéristique d'une ligne, adaptation, impédance d'entrée	58
23	7.5	Vitesse de propagation dans une ligne, retard	59
25	7.6	Puissance dissipée dans la charge, rendement et taux d'onde stationnaire	59
25	7.7	Adaptation	60
25	7.8	Ligne en régime d'impulsions rectangulaires	62
27	7.9	Exemples de lignes	64
29			
31		CHAPITRE 8 • ONDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE, GUIDES, ANTENNES	66
32	8.1	Structure et caractéristiques d'une onde plane	66
33	8.2	Puissance transportée, effet de peau	67
	8.3	Guide d'onde	67
	8.4	Impédance d'une antenne, résistance de rayonnement	68
34	8.5	Gain, directivité	68
34	8.6	Éclairement, intensité, signal recueilli, bruit	69
35	8.7	Angle solide en émission et réception	71
37			
40		CHAPITRE 9 • DIODES SEMICONDUCTRICES	72
41	9.1	Conducteurs, semiconducteurs, isolants	72
42	9.2	Semiconducteurs dopés N et P	72
	9.3	Jonction PN	73
47	9.4	Diode jonction	74
47	9.5	Diode Zener	75
48	9.6	Diode à capacité variable	76
49	9.7	Diode à pointe, diode Schottky	76
50	9.8	Diode PIN	77
51	9.9	Diode tunnel	78
53	9.10	Diode Gunn	78
54		CHAPITRE 10 • TRANSISTORS BIPOLAIRES ET À EFFET DE CHAMP	79
54	10.1	Transistors bipolaires NPN et PNP	79
55	10.2	Transistors à jonction à effet de champ, TEC ou JFET	82
57	10.3	Transistors à effet de champ MOS	85

CHAPITRE 11 • ÉQUILIBRE THERMIQUE, LIMITES DE FONCTIONNEMENT	90
11.1 Effet de la température	90
11.2 Résistance thermique, dissipateur et équilibre thermique	91
11.3 Impédance thermique	92
11.4 Limites	92
11.5 Exemples : limites, stabilité	94
CHAPITRE 12 • DIODES ET TRANSISTORS EN COMMUTATION	95
12.1 Diodes PN et Schottky	95
12.2 Transistors bipolaires	97
12.3 Transistors à effet de champ	99
CHAPITRE 13 • AMPLIFICATION BASSE FRÉQUENCE	103
13.1 Transistors bipolaires	103
13.2 Transistors à effet de champ	107
13.3 Étages amplificateurs en cascade	111
CHAPITRE 14 • DISTORSIONS ET BRUIT	112
14.1 Distorsion de fréquence	112
14.2 Distorsion de phase, retard	114
14.3 Distorsion harmonique	115
14.4 Distorsion d'intermodulation	115
14.5 Bruit dans les résistances	116
14.6 Bruits dans un transistor	116
14.7 Bande de bruit	117
14.8 Rapport signal sur bruit	118
14.9 Facteur de bruit	119
14.10 Signaux aléatoires, bruit de quantification	119
CHAPITRE 15 • SOURCES ET MIROIRS DE COURANT, AMPLIFICATION LARGE BANDE	122
15.1 Sources de courant	122
15.2 Miroirs de courant	124
15.3 Charges actives	125
15.4 Liaisons directes	126

Table des matières

15.5	Compensation vidéofréquence parallèle	127
15.6	Compensation d'un pôle par un zéro	128
CHAPITRE 16 • AMPLIFICATION HAUTE FRÉQUENCE		129
16.1	Transistors en haute fréquence	129
16.2	Réaction entrée-sortie	130
16.3	Amplificateur à circuit accordé	132
16.4	Étages en cascade	134
16.5	Polarisation	134
16.6	Très haute fréquence, paramètres s	135
CHAPITRE 17 • AMPLIFICATION DE PUISSANCE		140
17.1	Étage simple classe A	140
17.2	Étage simple classe B	142
17.3	Étage simple classe C	142
17.4	Push-pull classe B	144
17.5	Transistors en parallèle, Darlington	145
CHAPITRE 18 • CONTRE-RÉACTION		147
18.1	Additionneur et soustracteur	147
18.2	Gain de boucle, stabilité, marges de phase et de gain	148
18.3	Étude des pôles	150
18.4	Correction par circuit à avance de phase	150
18.5	Effets de la contre-réaction	151
CHAPITRE 19 • AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL		153
19.1	Principe	153
19.2	Amplificateur différentiel	154
19.3	Amplificateur opérationnel idéal	157
19.4	Amplificateur opérationnel réel	157
19.5	Un peu de technologie	159
CHAPITRE 20 • MONTAGES FONDAMENTAUX À AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL		161
20.1	Non inverseur	161
20.2	Suiveur	162

20.3	Inverseur	163
20.4	Convertisseur courant-tension	164
CHAPITRE 21 • CIRCUITS MATHÉMATIQUES ET NON LINÉAIRES		165
21.1	Sommeur-soustracteur	165
21.2	Amplificateur de différence	166
21.3	Amplificateur d'instrumentation	167
21.4	Intégrateur	168
21.5	Dérivateur	168
21.6	Amplificateurs logarithmique et exponentiel	169
21.7	Multiplieur à quatre quadrants	172
21.8	Diode sans seuil : redressement une et deux alternances	173
21.9	Limiteur de gain	175
CHAPITRE 22 • FILTRES ACTIFS ANALOGIQUES		176
22.1	Réseau à contre-réaction simple	176
22.2	Réseau à contre-réaction multiple	176
22.3	Réseau à source contrôlée	177
22.4	Convertisseur d'impédance négative	178
22.5	Gyrateur	178
22.6	Filtres passe-bas d'ordre deux	179
22.7	Filtres passe-haut d'ordre deux	181
22.8	Filtres passe-bande	182
22.9	Filtres réjecteurs	185
22.10	Effets de l'amplificateur et des composants externes	187
22.11	Filtres d'ordre supérieur à deux	188
CHAPITRE 23 • OSCILLATEURS SINUSOÏDAUX		194
23.1	Principe des oscillateurs	194
23.2	Conditions de phase et d'amplitude	195
23.3	Condition de démarrage et d'entretien	195
23.4	Oscillateurs basse-fréquence	195
23.5	Oscillateurs haute-fréquence	198
23.6	Utilisation des paramètres admittances	202

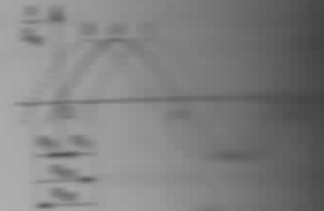
163	CHAPITRE 24 • GÉNÉRATEURS NON SINUSOÏDAUX	204
164	24.1 Comparateur, bistable	204
165	24.2 Monostable	205
165	24.3 Multivibrateur	206
166	24.4 Générateur de signaux rectangulaires et triangulaires	207
167	24.5 Conformateur de courbe triangle-sinus	208
168	24.6 Générateur de rampe	209
168	CHAPITRE 25 • ASSERVISSEMENTS LINÉAIRES	211
169	25.1 Principe des asservissements	211
172	25.2 Asservissement de vitesse d'un moteur à courant continu	212
173	25.3 Asservissement de position d'un moteur	
175	à courant continu avec correction tachymétrique	215
176	25.4 Asservissement de position d'un moteur	
176	à courant continu avec correction par avance de phase	216
176	25.5 Boucle à verrouillage de phase	217
177	CHAPITRE 26 • MODULATION ET DÉMODULATION,	
178	CHANGEMENT DE FRÉQUENCE	225
178	26.1 Modulation d'amplitude	225
178	26.2 Modulateurs d'amplitude	226
179	26.3 Démodulation d'amplitude	229
181	26.4 Modulation de fréquence	231
182	26.5 Modulateurs de fréquence	232
185	26.6 Démodulation de fréquence	234
187	26.7 Modulation par sauts de fréquence	238
188	26.8 Impulsions modulées en largeur	238
194	26.9 Changement de fréquence	239
194	CHAPITRE 27 • ALIMENTATIONS STABILISÉES, CONVERTISSEURS	242
195	27.1 Paramètres d'une alimentation stabilisée	242
195	27.2 Stabilisateur de tension à diode Zener	243
195	27.3 Stabilisateur à diode Zener et transistor	246
198	27.4 Stabilisateur avec amplificateur d'erreur	247
202	27.5 Stabilisateurs à découpage	249

27.6	Étude des systèmes à découpage par matrices à variables d'état	253
27.7	Convertisseurs capacitifs à transfert de charge	257
CHAPITRE 28 • OPTOÉLECTRONIQUE		259
28.1	Lumière et sources lumineuses	259
28.2	Unités	260
28.3	Diodes émettrices	261
28.4	Photodétecteurs	263
28.5	Afficheurs	265
28.6	Coupleur	266
28.7	Fibres optiques	269
28.8	Afficheur à cristaux liquides, écrans LCD	272
CHAPITRE 29 • CODES ET ALGÈBRE BINAIRES		275
29.1	Représentation binaire d'un nombre	275
29.2	Codes naturel et DCB (Décimal Codé Binaire)	276
29.3	Autres codes	277
29.4	Algèbre binaire	279
29.5	Table de vérité	281
29.6	Diagrammes de Karnaugh	281
29.7	Établissement d'une équation logique, simplification	283
CHAPITRE 30 • CIRCUITS LOGIQUES COMBINATOIRES		286
30.1	Opérateurs logiques de base	286
30.2	Codeurs	290
30.3	Familles logiques	298
CHAPITRE 31 • CIRCUITS LOGIQUES SÉQUENTIELS		305
31.1	Oscillateur CMOS à quartz	305
31.2	Générateurs à circuits RC	306
31.3	Bascules	308
31.4	Registres à décalage	312
31.5	Comptage asynchrone	313
31.6	Comptage synchrone	315
31.7	Compteurs circulaires	318

CHAPITRE 32 • ÉCHANTILLONNAGE, FENÊTRAGE	319
32.1 Portes analogiques	319
32.2 Échantillonneur-bloqueur	322
32.3 Un peu de mathématiques	323
32.4 Échantillonnage simple	326
32.5 Échantillonnage bloqué	328
32.6 Filtrage, filtre antirepliement	329
32.7 Fenêtrage	329
CHAPITRE 33 • CONVERSION ANALOGIQUE / NUMÉRIQUE	330
33.1 Conversion analogique-numérique	330
33.2 Conversion numérique-analogique	336
33.3 Erreurs, résolution, précision, etc.	340
33.4 Bruit de quantification	341
CHAPITRE 34 • FILTRES NUMÉRIQUES	346
34.1 Principe du filtrage numérique	346
34.2 Filtres récurrents et non récurrents	347
34.3 Transformée en z et transmittance	348
34.4 Filtre non récurrent en peigne	350
34.5 Filtre récurrent passe-bas	351
34.6 Anti-repliement, synthèse des filtres	353
CHAPITRE 35 • FILTRES À CAPACITÉS COMMUTÉES	354
35.1 Circuits élémentaires	354
35.2 Échantillonneurs « intégrateurs » à déphasage positif	356
35.3 Échantillonneurs « intégrateurs » à déphasage négatif	358
35.4 Filtre universel	361
CHAPITRE 36 • ASSERVISSEMENTS NUMÉRIQUES	365
36.1 Principe	365
36.2 Stabilité, précision	366
36.3 Asservissements de vitesse et de position d'un moteur à courant continu	366
36.4 Codeur optique	368

36.5	Commande d'un moteur à courant continu	369
36.6	Moteurs pas à pas	371
CHAPITRE 37 • REDRESSEURS COMMANDÉS, REDRESSEMENT		373
37.1	Thyristors	373
37.2	Triac	375
37.3	Thyristor GTO	375
37.4	I.G.B.T.	377
37.5	Redressement non commandé	377
37.6	Redressement commandé avec charge résistive	380
37.7	Redressement commandé avec charge inductive	380
37.8	Redressement commandé avec charge RL et f.c.é.m.	382
37.9	Commutations brusque et douce	382
37.10	Circuits de limitation et de protection	384
INDEX		387

1.1 SIGNALS



- ① Signal sinusoïdal : $v(t) = V_m \sin(\omega t)$
- ② Signal sinusoïdal : $v(t) = V_m \cos(\omega t)$
- ③ Signal sinusoïdal : $v(t) = V_m \sin(\omega t + \phi)$
- ④ Signal sinusoïdal : $v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$
- ⑤ Deux signaux sinusoïdaux : $v_1(t) = V_{m1} \sin(\omega t)$ et $v_2(t) = V_{m2} \sin(\omega t + \phi)$

SCIENCES SUP

Série Aide-mémoire

Jean-Marc Poitevin

ÉLECTRONIQUE ANALOGIQUE ET NUMÉRIQUE

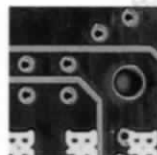
Cet aide-mémoire s'adresse aux étudiants en électronique de Licence et Master, aux élèves des écoles d'ingénieur d'électronique, STS et IUT.

Véritable base de données d'électronique, il rassemble tout ce qui est indispensable à connaître en électronique. Cette nouvelle édition entièrement actualisée élargit la part consacrée à l'électronique numérique par un chapitre sur les asservissements numériques ; l'étude de l'alimentation des systèmes est complétée par un chapitre sur les redresseurs commandés.

L'étudiant y trouvera aussi l'essentiel des concepts et techniques : composants passifs et actifs, discrets et intégrés, amplification, du continu aux très hautes fréquences, contre-réaction, oscillation, modulations et démodulations, asservissements, verrouillage de phase, logiques combinatoire et séquentielle, filtrages analogique et numérique, transmissions par lignes et fibres optiques, conversion analogique / numérique, échantillonnage, alimentation, circuits de puissance, problèmes thermiques, distorsions, bruits, etc.



www.dunod.com



2^e édition

JEAN-MARC POITEVIN
est maître de conférences
à l'université de Nantes,
Institut des Matériaux.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE



DUNOD