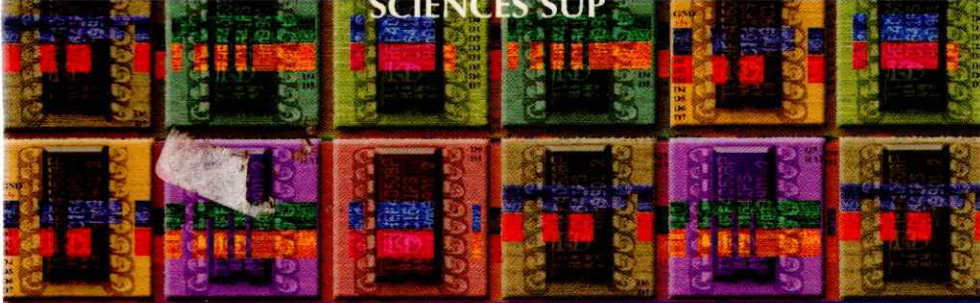


SCIENCES SUP



*Aide-mémoire*

BTS • IUT • 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles • Écoles d'ingénieurs

# ÉLECTRONIQUE GÉNÉRALE



*Jean-Marc Poitevin*

DUNOD

# Table des matières

<b>CHAPITRE 1 • SIGNAUX NON ALÉATOIRES</b>	<b>1</b>
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
<b>CHAPITRE 2 • COMPOSANTS PASSIFS, IMPÉDANCES ET ADMITTANCES</b>	<b>7</b>
2.1 Résistances linéaires	7
2.2 Résistances à coefficient de température	9
2.3 Varistances	9
2.4 Condensateurs	12
2.5 Inductances, transformateurs	13
2.6 Impédances et admittances complexes	17
2.7 Groupements série et parallèle	18
2.8 Coefficient de qualité	18
2.9 Adaptation d'impédances	19
<b>CHAPITRE 3 • MÉTHODES D'ANALYSE DES CIRCUITS</b>	<b>20</b>
3.1 Diviseurs de tension et de courant	20
3.2 Générateurs de tension et de courant équivalents	20
3.3 Loi des nœuds	21
3.4 Théorème de Millman	21
3.5 Lois de Kirchoff	22
3.6 Loi des mailles	22
3.7 Théorème de Thévenin	23
3.8 Théorème de Norton	23

3.9	Circuits série et parallèle équivalents	24
3.10	Quadrupôles, impédances et admittances	24
<b>CHAPITRE 4 • RÉPONSE TEMPORELLE, NOTATION SYMBOLIQUE, TRANSFORMÉE DE LAPLACE</b>		
		<b>26</b>
4.1	Notation symbolique	26
4.2	Circuits du premier ordre, intégrateur, dérivateur	26
4.3	Circuits du second ordre	28
4.4	Transformation de Laplace	30
4.5	Intégration et dérivation d'un signal rectangulaire	32
4.6	Effet d'un circuit intégrateur ou dérivateur sur une rampe de tension	33
4.7	Atténuateur compensable	34
<b>CHAPITRE 5 • RÉPONSE FRÉQUENTIELLE, DIAGRAMMES DE BODE ET DE NYQUIST</b>		
		<b>35</b>
5.1	Amplitude, déphasage, diagrammes	35
5.2	Circuits du premier ordre	36
5.3	Circuits du second ordre	38
5.4	Passes-bas et passe-haut du second ordre	41
5.5	Basse-bande	42
5.6	Quelques circuits classiques	44
<b>CHAPITRE 6 • CIRCUITS RÉSONNANTS ET CIRCUITS COUPLÉS</b>		
		<b>49</b>
6.1	Circuit résonnant série	49
6.2	Circuit résonnant parallèle	50
6.3	Transformateur à primaire ou secondaire accordé	51
6.4	Transformateur à primaire et secondaire accordés	52
6.5	Adaptation d'impédance	53
6.6	Filtere à onde acoustique de surface	55
<b>CHAPITRE 7 • FILTRES ET LIGNES</b>		
		<b>56</b>
7.1	Filtres en $T$ et en $\pi$	56
7.2	Quelques exemples de filtres	57
7.3	Equations de propagation dans une ligne	59

7.4	Impédance caractéristique d'une ligne, adaptation, impédance d'entrée	60
7.5	Vitesse de propagation dans une ligne, retard	61
7.6	Puissance dissipée dans la charge, rendement et taux d'onde stationnaire	61
7.7	Adaptation	62
7.8	Ligne en régime d'impulsions rectangulaires	64
7.9	Exemples de lignes	66
<b>CHAPITRE 8 • ONDE ÉLECTROMAGNÉTIQUE, GUIDES, ANTENNES</b>		
		<b>68</b>
8.1	Structure et caractéristiques d'une onde plane	68
8.2	Puissance transportée, effet de peau	69
8.3	Guide d'onde	69
8.4	Impédance d'une antenne, résistance de rayonnement	70
8.5	Gain, directivité	70
8.6	Éclairement, intensité, signal recueilli, bruit	71
8.7	Angle solide en émission et réception	73
<b>CHAPITRE 9 • DIODES SEMICONDUCTRICES</b>		
		<b>74</b>
9.1	Conducteurs, semiconducteurs, isolants	74
9.2	Semiconducteurs dopés N et P	74
9.3	Jonction PN	75
9.4	Jonction PN	76
9.5	Diode jonction	77
9.6	Diode Zener	78
9.7	Diode à capacité variable	78
9.8	Diode à pointe, diode Schottky	79
9.9	Diode PIN	80
9.10	Diode tunnel	80
	Diode Gunn	80
<b>CHAPITRE 10 • TRANSISTORS BIPOLAIRES ET À EFFET DE CHAMP</b>		
		<b>81</b>
10.1	Transistors bipolaires NPN et PNP	81
10.2	Transistors à jonction à effet de champ, TEC ou JFET	84
10.3	Transistors à effet de champ MOS	87

<b>CHAPITRE 11 • ÉQUILIBRE THERMIQUE, LIMITES DE FONCTIONNEMENT</b>	<b>93</b>
11.1 Effet de la température	93
11.2 Résistance thermique, dissipateur et équilibre thermique	93
11.3 Impédance thermique	95
11.4 Limites	95
11.5 Exemples : limites, stabilité	97
<b>CHAPITRE 12 • DIODES ET TRANSISTORS EN COMMUTATION</b>	<b>99</b>
12.1 Diodes PN et Schottky	99
12.2 Transistors bipolaires	101
12.3 Transistors à effet de champ	102
<b>CHAPITRE 13 • AMPLIFICATION BASSE FRÉQUENCE</b>	<b>106</b>
13.1 Transistors bipolaires	106
13.2 Transistors à effet de champ	111
13.3 Étages amplificateurs en cascade	115
<b>CHAPITRE 14 • DISTORSIONS ET BRUIT</b>	<b>116</b>
14.1 Distorsion de fréquence	116
14.2 Distorsion de phase, retard	119
14.3 Distorsion harmonique	119
14.4 Distorsion d'intermodulation	120
14.5 Bruit dans les résistances : bruit thermique	120
14.6 Bruits dans un transistor	121
14.7 Bande de bruit	121
14.8 Rapport signal sur bruit	122
14.9 Facteur de bruit	123
14.10 Signaux aléatoires, bruit de quantification	124
<b>CHAPITRE 15 • SOURCES ET MIROIRS DE COURANT, AMPLIFICATION LARGE BANDE</b>	<b>127</b>
15.1 Sources de courant	127
15.2 Miroirs de courant	129
15.3 Charges actives	131

15.4 Liaisons directes	131
15.5 Compensation vidéofréquence parallèle	132
15.6 Compensation d'un pôle par un zéro	133
<b>CHAPITRE 16 • AMPLIFICATION HAUTE FRÉQUENCE</b>	<b>135</b>
16.1 Transistors en haute fréquence	135
16.2 Réaction entrée-sortie	136
16.3 Amplificateur à circuit accordé	138
16.4 Étages en cascade	140
16.5 Très haute fréquence, paramètres $s$	141
<b>CHAPITRE 17 • AMPLIFICATION DE PUISSANCE</b>	<b>146</b>
17.1 Étage simple classe A	146
17.2 Étage simple classe B	148
17.3 Étage simple classe C	149
17.4 Push-pull classe B	150
17.5 Transistors en parallèle, Darlington	152
<b>CHAPITRE 18 • CONTRE-RÉACTION</b>	<b>154</b>
18.1 Additionneur et soustracteur	154
18.2 Gain de boucle, stabilité, marges de phase et de gain	155
18.3 Étude des pôles	157
18.4 Correction par circuit à avance de phase	157
18.5 Effets de la contre-réaction	158
<b>CHAPITRE 19 • AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL</b>	<b>160</b>
19.1 Principe	160
19.2 Amplificateur différentiel	161
19.3 Amplificateur opérationnel idéal	164
19.4 Amplificateur opérationnel réel	164
19.5 Un peu de technologie	167
<b>CHAPITRE 20 • MONTAGES FONDAMENTAUX À AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL</b>	<b>169</b>
20.1 Non inverseur	169

Table des matières

X

20.2	Suiveur	170
20.3	Inverseur	171
20.4	Convertisseur courant-tension	172

CHAPITRE 21 • CIRCUITS MATHÉMATIQUES ET NON LINÉAIRES

174

21.1	Sommateur-soustracteur	174
21.2	Amplificateur de différence	175
21.3	Amplificateur d'instrumentation	176
21.4	Intégrateur	177
21.5	Dérivateur	178
21.6	Amplificateurs logarithmique et exponentiel	179
21.7	Multiplieur à quatre quadrants	182
21.8	Diode sans seuil : redressement une et deux alternances	183
21.9	Limiteur de gain	185

CHAPITRE 22 • FILTRES ACTIFS ANALOGIQUES

186

22.1	Réseau à contre-réaction simple	186
22.2	Réseau à contre-réaction multiple	186
22.3	Réseau à source contrôlée	187
22.4	Convertisseur d'impédance négative	188
22.5	Gyrateur	188
22.6	Filtres passe-bas d'ordre deux	189
22.7	Filtres passe-haut d'ordre deux	191
22.8	Filtres passe-bande	193
22.9	Filtres réjecteurs	196
22.10	Effets de l'amplificateur et des composants externes	198
22.11	Filtres d'ordre supérieur à deux	199

CHAPITRE 23 • OSCILLATEURS SINUSOÏDAUX

206

23.1	Principe des oscillateurs	206
23.2	Conditions de phase et d'amplitude	207
23.3	Condition de démarrage et d'entretien	207
23.4	Oscillateurs basse-fréquence	207
23.5	Oscillateurs haute-fréquence	211
23.6	Utilisation des paramètres admittances	215

Table des matières

XI

CHAPITRE 24 • GÉNÉRATEURS NON SINUSOÏDAUX

218

24.1	Comparteur, bistable	218
24.2	Monostable	219
24.3	Multivibrateur	220
24.4	Générateur de signaux rectangulaires et triangulaires	221
24.5	Conformateur de courbe triangle-sinus	222
24.6	Générateur de rampe	224

CHAPITRE 25 • ASSENVISSEMENTS LINÉAIRES

225

25.1	Asservissement de vitesse d'un moteur à courant continu	225
25.2	Asservissement de position d'un moteur à courant continu avec correction tachymétrique	227
25.3	Asservissement de position d'un moteur à courant continu avec correction par avance de phase	229
25.4	Commande des moteurs pas à pas	230
25.5	Boucle à verrouillage de phase	232

CHAPITRE 26 • MODULATION ET DÉMODULATION DE FRÉQUENCE

239

26.1	Modulation d'amplitude	239
26.2	Modulateurs d'amplitude	240
26.3	Démodulation d'amplitude	244
26.4	Modulation de fréquence	246
26.5	Modulateurs de fréquence	247
26.6	Démodulation de fréquence	248
26.7	Modulation par sauts de fréquence	253
26.8	Impulsions modulées en largeur	254
26.9	Changement de fréquence	254

CHAPITRE 27 • ALIMENTATIONS STABILISÉES, CONVERTISSEURS

257

27.1	Paramètres d'une alimentation stabilisée	257
27.2	Stabilisateur de tension à diode Zener	258
27.3	Stabilisateur à diode Zener et transistor	261
27.4	Stabilisateur avec amplificateur d'erreur	262
27.5	Stabilisateurs à découpage	264
27.6	Étude des systèmes à découpage par matrices à variables d'état	268
27.7	Convertisseurs capacitifs à transfert de charge	272

<b>CHAPITRE 28 • OPTOÉLECTRONIQUE</b>		<b>275</b>
28.1	Lumière et sources lumineuses	275
28.2	Unités	276
28.3	Diodes émettrices	277
28.4	Photodétecteurs	279
28.5	Afficheurs	282
28.6	Coupleur	283
28.7	Fibres optiques	286
28.8	Afficheur à cristaux liquides	290
<b>CHAPITRE 29 • CODES ET ALGÈBRE BINAIRES</b>		<b>292</b>
29.1	Représentation binaire d'un nombre	292
29.2	Codes naturel et DCB (décimal codé binaire)	293
29.3	Autres codes	294
29.4	Algèbre binaire	296
29.5	Table de vérité	298
29.6	Diagrammes de Karnaugh	298
29.7	Établissement d'une équation logique, simplification	301
<b>CHAPITRE 30 • CIRCUITS LOGIQUES COMBINATOIRES</b>		<b>304</b>
30.1	Opérateurs logiques de base	304
30.2	Codeurs	308
30.3	Familles logiques	317
<b>CHAPITRE 31 • CIRCUITS LOGIQUES SÉQUENTIELS</b>		<b>325</b>
31.1	Oscillateur CMOS à quartz	325
31.2	Générateurs à circuits RC	326
31.3	Bascules	329
31.4	Registres à décalage	333
31.5	Comptage asynchrone	334
31.6	Comptage synchrone	336
31.7	Compteurs circulaires	339
<b>CHAPITRE 32 • ÉCHANTILLONNAGE</b>		<b>341</b>
32.1	Portes analogiques	341

32.2	Échantillonneur-bloqueur	344
32.3	Un peu de mathématiques	345
32.4	Échantillonnage simple	349
32.5	Échantillonnage bloqué	351
32.6	filtrage, filtre antirepliement	352
<b>CHAPITRE 33 • CONVERSION ANALOGIQUE / NUMÉRIQUE</b>		<b>353</b>
33.1	Conversion analogique-numérique	353
33.2	Conversion numérique-analogique	359
33.3	Erreurs, résolution, précision, etc.	364
33.4	Bruit de quantification	365
<b>CHAPITRE 34 • FILTRES NUMÉRIQUES</b>		<b>370</b>
34.1	Principe du filtrage numérique	370
34.2	Filtres récursifs et non récursifs	371
34.3	Transformée en z et transmittance	372
34.4	Filtre non récursif en peigne	373
34.5	Filtre récursif passe-bas	374
34.6	Anti-repliement, synthèse des filtres	376
<b>CHAPITRE 35 • FILTRES À CAPACITÉS COMMUTÉES</b>		<b>377</b>
35.1	Circuits élémentaires	377
35.2	Échantillonneurs « intégrateurs » à déphasage positif	379
35.3	Échantillonneurs « intégrateurs » à déphasage négatif	382
35.4	Filtre universel	384
<b>INDEX</b>		<b>389</b>

SCIENCES SUP

Série Aide-mémoire

Jean-Marc Poitevin

## ÉLECTRONIQUE GÉNÉRALE

Cet aide-mémoire regroupe sous une forme précise bien que condensée les informations, explications, données numériques, formules et résultats nécessaires aux étudiants en électronique de 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles, en écoles d'ingénieurs ainsi qu'en STS et IUT.

L'ouvrage reflète l'état actuel de la technique dans un large domaine : composants passifs et actifs, discrets et intégrés, des basses aux très hautes fréquences (paramètres  $h$ ,  $y$  et  $s$ ), amplification, filtrage, contre-réaction, oscillation, modulations et démodulations, asservissements, boucles à verrouillage de phase. Il se place aussi bien dans le cadre de l'électronique linéaire que non linéaire (systèmes commutés), dans celui de la puissance comme dans celui de l'informatique et des télécommunications : conversion de l'analogique au numérique ou l'inverse, filtrage numérique ou à capacités commutées, transmission par lignes, fibres optiques ou antennes. Ceci sans oublier les problèmes thermiques, de bruit et de traitement du signal.



9 782100 068517

ISBN 2 10 006851 2

<http://www.dunod.com>



JEAN-MARC POITEVIN  
est maître de conférences  
à l'université de Nantes.

MATHÉMATIQUES

PHYSIQUE

CHIMIE

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

INFORMATIQUE

SCIENCES DE LA VIE

SCIENCES DE LA TERRE

