

LICENCE 3 | MASTER | IUT | ÉCOLES D'INGÉNIEURS

SCIENCES SUP

Cours  
Exercices  
corrigés

Francis Cottet

55

# Traitement des signaux et acquisition de données

5<sup>e</sup> ÉDITION

DUNOD

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>PARTIE 1 • LE TRAITEMENT DES SIGNAUX ANALOGIQUES</b>	9
<b>CHAPITRE 1 • REPRÉSENTATION DES SIGNAUX</b>	11
1.1 Modélisation des signaux	11
1.2 Classification des signaux	12
<b>CHAPITRE 2 • TRANSFORMATION DE FOURIER</b>	19
2.1 Transformation de Fourier des fonctions périodiques. Série de Fourier	19
2.2 Transformée de Fourier des fonctions non périodiques	26
Exercices d'application	34
<b>CHAPITRE 3 • SYSTÈMES DE TRANSMISSION</b>	45
3.1 Définition. Unité de comparaison. Bande passante	45
3.2 Propriétés des systèmes de transmission	47
3.3 Filtrage et convolution	49
3.4 Introduction à la notion de corrélation	54
Exercices d'application	60
<b>CHAPITRE 4 • FILTRAGE DES SIGNAUX ANALOGIQUES</b>	63
4.1 Transformée de Laplace	63
4.2 Filtrage ou fenêtrage temporel	66
4.3 Filtrage fréquentiel	70
Exercices d'application	77

CHAPITRE 5 • LA MODULATION	85
5.1 Introduction	85
5.2 Modulation d'amplitude	88
5.3 Modulation exponentielle	98
Exercices d'application	117
CHAPITRE 6 • SIGNAUX ALÉATOIRES. BRUIT	125
6.1 Signaux aléatoires	125
6.2 Sources de bruit	128
6.3 Rapport signal/bruit	130
6.4 Détection d'un signal noyé dans le bruit	131
Exercices d'application	136
<b>PARTIE 2 • LE TRAITEMENT DES SIGNAUX NUMÉRIQUES</b>	<b>141</b>
CHAPITRE 7 • NUMÉRISATION DES SIGNAUX	143
7.1 Échantillonnage	143
7.2 Quantification du signal échantillonné	156
7.3 Restitution du signal	159
Exercices d'application	165
CHAPITRE 8 • ANALYSE SPECTRALE DES SIGNAUX DISCRETS	175
8.1 Les différentes représentations fréquentielles	175
8.2 Transformée de Fourier discrète	176
8.3 Transformée de Fourier rapide	180
8.4 Convolution et corrélation numériques	188
8.5 Effet du fenêtrage temporel	190
Exercice d'application	196
CHAPITRE 9 • NOTIONS DE FILTRAGE NUMÉRIQUE	203
9.1 Introduction	203
9.2 Synthèse des filtres numériques à réponse impulsionnelle infinie	210
9.3 Synthèse des filtres numériques à réponse impulsionnelle finie	216
9.4 Réalisation des filtres numériques	216
9.5 Filtres numériques avancés	221
Exercices d'application	223
<b>PARTIE 3 • LES BASES DE L'ACQUISITION DE DONNÉES</b>	<b>233</b>
CHAPITRE 10 • LES CHAÎNES D'ACQUISITION DE DONNÉES	235
10.1 Généralités	235
10.2 Capteurs et actionneurs	240
10.3 Le câblage	253

10.4	Le conditionnement de signaux	261
10.5	Exemple d'une chaîne industrielle simple	263
<b>CHAPITRE 11 • LES ENTRÉES/SORTIES NUMÉRIQUES</b>		<b>267</b>
11.1	Structure d'une chaîne d'E/S numériques	267
11.2	Composants d'une chaîne d'E/S numériques	269
<b>CHAPITRE 12 • LES ENTRÉES/SORTIES ANALOGIQUES</b>		<b>275</b>
12.1	Introduction	275
12.2	La conversion numérique analogique	276
12.3	La conversion analogique numérique	284
12.4	Caractéristiques techniques des convertisseurs	294
12.5	Échantillonneur/bloqueur	296
<b>CHAPITRE 13 • LA MISE EN ŒUVRE D'UNE CHAÎNE D'ACQUISITION DE DONNÉES</b>		<b>299</b>
13.1	Introduction	299
13.2	Fonctions supplémentaires	300
13.3	Caractéristiques générales des cartes d'entrées/sorties	304
13.4	Méthodologie de mise en œuvre d'une chaîne d'acquisition de données	310
	Exercice d'application	319
<b>CHAPITRE 14 • EXEMPLE D'APPLICATIONS</b>		<b>323</b>
14.1	Pilotage d'une machine à compression rapide pour des essais de combustion	323
14.2	Étude d'écoulements turbulents réactifs par vélocimétrie laser	328
14.3	Étude de la réponse vibratoire des cloches	331
14.4	Étude des interfaces dans les multimatériaux	333
<b>CHAPITRE 15 • LES IMAGES ET LEURS TRAITEMENTS</b>		<b>339</b>
15.1	Introduction	339
15.2	Acquisition d'un signal « image »	341
15.3	Traitement d'un signal « image »	345
15.4	Analyse d'un signal « image »	351
15.5	Conclusion	360
<b>CHAPITRE 16 • LA TRANSMISSION NUMÉRIQUE DES DONNÉES</b>		<b>361</b>
16.1	Introduction	361
16.2	Transformation en données numériques ou codage	363
16.3	Compression des données numériques	365
16.4	Transformation des données numériques pour une protection contre une transmission non fiable	369
16.5	Transformation de données numériques pour une transmission sécurisée ou cryptologie	374

<b>PARTIE 4 • ANNEXES</b>	383
ANNEXE A • DISTRIBUTION DE DIRAC	385
ANNEXE B • DÉVELOPPEMENTS EN SÉRIE DE FOURIER	388
ANNEXE C • TRANSFORMÉES DE FOURIER	391
ANNEXE D • TRANSFORMÉES DE LAPLACE	394
ANNEXE E • FONCTIONS DE TRANSFERT	396
ANNEXE F • TRANSFORMÉE EN $z$	397
ANNEXE G • PRINCIPAUX MONTAGES DE L'AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL	399
ANNEXE H • LE LOGICIEL D'INSTRUMENTATION LABVIEW™	403
ANNEXE I • RAPPELS MATHÉMATIQUES POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL	412
<b>LEXIQUE</b>	415
<b>NOTATIONS ET ABRÉVIATIONS</b>	417
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	419
<b>INDEX</b>	421

# Traitement des signaux et acquisition de données

Cet ouvrage présente les principales caractéristiques de la conception puis de la réalisation d'une chaîne de mesures d'un procédé physique. La première partie décrit le traitement des signaux analogiques. La deuxième est consacrée au traitement des signaux numériques. Enfin, la troisième traite de l'acquisition de données et du choix et de la mise en œuvre d'une chaîne de mesures. De nombreux exercices et problèmes résolus complètent chaque chapitre. Les exemples de l'ouvrage sont illustrés à l'aide du logiciel d'instrumentation industrielle LabVIEW™.

Cette cinquième édition met à jour en profondeur la troisième partie, et se voit agrémentée d'un nouveau chapitre sur la transmission des données numériques.

## LES PLUS

- Un cours détaillé
- De nombreux exemples illustrés avec le logiciel LabVIEW™
- Des exercices corrigés

## LE PUBLIC

- Étudiants en IUT, Licence 3 et Master de Génie électrique
- Élèves ingénieurs

## SOMMAIRE

- **Le traitement des signaux analogiques.** Représentation des signaux. Transformation de Fourier. Systèmes de transmission. Filtrage des signaux analogiques. La modulation. Signaux aléatoires, bruit.
- **Le traitement des signaux numériques.** Numérisation des signaux. Analyse spectrale des signaux discrets. Notions de filtrage numérique.
- **Les bases de l'acquisition de données.** Les chaînes d'acquisition de données. Les entrées/sorties numériques. Les entrées/sorties analogiques. La mise en œuvre d'une chaîne d'acquisition de données.
- **Exemples d'application.** Les images et leurs traitements. La transmission numérique des données.



9 782100 809240

3690984

ISBN 978-2-10-080924-0



## Francis Cottet

est professeur émérite au LIAS à l'ISAE-ENSMA et conseiller scientifique au Hcéres.

Du même auteur :



**DUNOD**  
une page d'avance