

Table des matières

Avant-propos	3
Introduction	9
I Quelques générateurs de signaux d'origines physiques	11
I.1 Le système Boule-Boudin (BB)	11
I.2 Généralisation à N degrés de liberté	14
I.3 Méthode des perturbations spectrales	16
I.4 La prise en compte d'un amortissement	17
I.5 Bande passante du système amorti	22
I.6 Corrigés des exercices	23
II Les séries et les transformations de Fourier	25
II.1 Décomposition d'une fonction en série de Fourier	25
II.1.1 Influence de la non-périodicité sur $]a, b[$ - Phénomène de Gibbs.	26
II.1.2 Décomposition en série de Fourier d'une fonction continue sur \mathbb{R}	29
II.1.3 Décomposition en série de Fourier d'une fonction de $L^2(]a, b[)$ Relation de Parseval	30
II.1.4 Dérivabilité	30
II.1.5 Fonctions présentant une discontinuité intérieure	32
II.2 Application : problème de la corde vibrante et séries de Fourier	34
II.3 La transformation de Fourier.	36
II.3.1 Définition	36
II.3.2 Inversion	37
II.3.3 Principe d'incertitude - relation de Parseval	37
II.3.4 Produit de convolution	38
II.3.5 Corrélation - spectre d'énergie	39

II.3.6	Dérivation	40
II.4	Application : système Boule-Boudin et transformée de Fourier	40
II.5	Tableau des principales transformées de Fourier	42
II.6	Tableau des principales propriétés de la transformée de Fourier	44
II.7	Corrigé des exercices	45
III	Echantillonnage des signaux temporels	47
III.1	Les enjeux de la numérisation	47
III.2	L'échantillonnage d'un signal	47
III.3	Transformée en z d'un échantillon	49
III.4	Propriétés de la transformation en z	50
III.5	Transformée de Fourier rapide (TFR)	52
III.5.1	L'algorithme de Cooley-Tuckey	53
III.6	Corrigé des exercices	56
IV	Quelques outils d'identification d'une fonction de transfert	59
IV.1	Quelques outils généraux d'analyse complexe	59
IV.2	Localisation des pôles d'une fonction de transfert	61
IV.3	Caractérisation des résidus et identification	64
IV.4	Visualisation d'une fonction homographique	65
V	Le théorème de Shannon-Nyquist	67
V.1	Signaux à bande	67
V.1.1	Le théorème de Shannon	69
V.1.2	Preuve du théorème de Shannon	70
V.1.3	Remarques sur les applications du théorème de Shannon	71
V.1.4	Troncature et phénomène de Gibbs.	72
V.2	Corrigé des exercices	74
VI	Une première approche du filtrage	75
VI.1	Filtrage au sens des moindres carrés linéaires.	75
VI.2	La méthode des moyennes glissantes	77
VI.3	Filtrage quadratique au sens des moindres carrés	79
VI.4	Construction d'un filtre de dérivation	80
VI.5	Le filtre de moyennes glissantes	81
VI.6	Corrigé des exercices	83

VII Synthèse numérique des filtres RIF	85
VII.1 Le contexte du filtrage d'un point de vue opérationnel.	85
VII.2 Différents types de filtres	86
VII.2.1 Les filtres passe-bas	86
VII.2.2 Les filtres passe-haut	87
VII.2.3 Les filtres passe-bande	88
VII.3 La fenêtre de Von Hann	88
VII.4 Les fenêtres de Lanczos	89
VII.5 La fenêtre "grand angle"	91
VIII Filtres récursifs et rationnels	93
VIII.1 Un exemple : le filtre exponentiel	93
VIII.2 Les filtres récursifs rationnels	96
VIII.2.1 Présentation des filtres rationnels	96
VIII.2.2 Synthèse symbolique d'un filtre rationnel	96
VIII.3 Le critère de Routh (stabilité)	100
VIII.4 Ajustement de filtre stable d'ordre 2	102
VIII.4.1 Un exemple.	102
IX Contrôle actif de filtres exponentiels	105
IX.1 Le problème posé.	105
IX.2 Digest d'optimisation quadratique.	106
IX.3 Caractérisation du contrôle optimal	109
IX.4 Calcul d'un contrôle optimal	111
IX.5 Concentration du contrôle vers l'origine	114
IX.6 Construction d'un filtre optimal adaptatif	115
X Commande optimale d'un système inertiel échantillonné.	119
X.1 Position du problème.	119
X.2 Détermination du contrôle optimal.	120
X.2.1 Formulation	120
X.2.2 Résolution du modèle de contrôle optimal	121
X.3 Construction du filtre numérique	122

XI Filtrage spectral d'un signal.	125
XI.1 Position du problème abordé.	125
XI.2 Echantillonnage et filtrage du signal	126
XI.2.1 Etude de la stabilité du filtre	126
XI.2.2 Erreur de phase du filtre lorsque $\eta = 0$	127
XI.2.3 Précision du filtre ($\eta \neq 0$)	128
XI.2.4 Etude de la convergence pour $\eta = 0$	128
XI.3 Autre schéma d'intégration (explicite)	129
XI.4 Utilisation d'un contrôle adaptatif	131
XI.5 Corrigé des exercices	134
XII La méthode des ondelettes : un premier aperçu	135
XII.1 Introduction : la numérisation musicale	135
XII.2 Principe des tables harmoniques	137
XII.2.1 Division arithmétique	138
XII.2.2 Division géométrique : gamme chromatique	138
XII.3 Description d'un son musical	139
XII.4 La méthode des ondelettes de J. Morlet	145
Bibliographie	149
Annexe 1 : Quelques sujets d'examen	151
Annexe 2 : Un projet corrigé	167
Annexe 3 : Exemple de TP et de corrigé à l'aide de MATLAB	175