

Commande et temps discret

Illustration sous Matlab®

Gérard Blanchet

 **hermes**

Lavoisier

Table des matières

Avant-propos	9
Notations et abréviations	13
Chapitre 1 Introduction aux systèmes à temps discret	15
1.1 Introduction	15
1.1.1 Le matériel	15
1.1.2 Le traitement	18
1.2 Les signaux à temps discret	20
1.3 Introduction par la simulation	22
1.4 Systèmes linéaires, invariants, causaux	23
1.4.1 Réponse en fréquence d'un SLI	25
1.4.2 Stabilité d'un SLI	25
Chapitre 2 Théorème d'échantillonnage	27
2.1 Théorème d'échantillonnage	27
2.1.1 Formule de Poisson	27
2.1.2 Remarques	28
2.2 Reconstruction	29
2.2.1 Fonction de reconstruction	29
2.2.2 Reconstruction par blocage d'ordre 0	32
2.3 Transformée de Fourier à temps discret	33
2.3.1 Définition	33
2.3.2 Remarques	33
2.3.3 Propriétés	34
2.3.4 Calcul numérique de la TFTD	35
Chapitre 3 Transformée en z	37
3.1 Définition, propriétés	37
3.1.1 Définition	37
3.1.2 Exemples	37
3.1.3 Propriétés pour les suites	38

3.1.4	Propriétés pour les systèmes SLI	39
3.1.5	Equations récurrentes	42
3.1.6	Inversion de la TZ	45
3.2	Critères de stabilité	49
3.2.1	Utilisation du critère de Routh	49
3.2.2	Utilisation du critère de Jury	50
3.2.3	Système du premier ordre	53
3.2.4	Système du deuxième ordre	54
3.3	Systèmes bouclés	58
3.3.1	Fonction de transfert du système bouclé	58
3.3.2	Signaux d'erreur	59
3.3.3	Stabilité de la boucle fermée	59
3.3.4	Réponses temporelles	60
Chapitre 4 Passage du temps continu au temps discret		63
4.1	Position du problème	63
4.2	Passage « tc-td » pour un signal	63
4.2.1	Utilisation de l'expression temporelle	63
4.2.2	Passage direct de s à z	64
4.2.3	Retards purs et transformée en z modifiée	66
4.3	Passage « tc-td » pour une fonction de transfert	66
4.3.1	Transformée en z associée à un transfert $G_s(s)$	67
4.3.2	Transformée en présence d'un bloqueur d'ordre 0	72
4.3.3	Utilisation des représentations d'état	73
4.3.4	Cas des retards purs	79
4.4	Exercices	79
Chapitre 5 Calcul des compensateurs		83
5.1	Modifications apportées au compensateur	83
5.1.1	Prise en compte du bloqueur dans la synthèse	83
5.1.2	Passage par le continu	84
5.2	Calcul direct du compensateur	85
5.2.1	Spécification du système	85
5.2.2	Calcul direct du compensateur dans le cas d'instabilités	89
5.3	Cas du compensateur imposé	94
5.4	Notion de compensateurs RST	95
5.5	Commande et stabilité interne	97
5.5.1	Stabilité interne et interpolation, introduction	97
5.5.2	Résolution d'un système d'interpolation	99
5.5.3	Cas général	104
5.6	Choix de la fréquence d'échantillonnage	106
5.7	Exercices	107
5.8	Erreur relative de modèle	109

Chapitre 6 Introduction de critères 113

6.1 Exemple 114

6.2 Régulateur optimal dans le cas linéaire temps discret 116

6.2.1 Régulation en boucle fermée 116

6.2.2 Cas invariant, horizon infini 117

6.2.3 Solution analytique dans le cas invariant 117

6.3 Cas de la poursuite 119

6.4 Filtrage de Kalman 122

Chapitre 7 Exercices supplémentaires 125

Chapitre 8 Corrigés et indications sur les exercices 129

8.1 Introduction aux systèmes à temps discret 129

8.2 Théorème d'échantillonnage 131

8.3 Transformée en z 132

8.4 Passage du temps continu au temps discret 145

8.5 Calcul des compensateurs 152

8.6 Introduction de critères 172

8.7 Exercices supplémentaires 173

Annexes 181

A.1 Critères quadratiques 181

A.1.1 Extrema d'une fonctionnelle 181

A.1.2 Commande optimale, système linéaire 184

A.2 Introduction à Matlab 190

A.2.1 Les variables 191

A.2.2 Opérations et fonctions 193

A.2.3 L'affichage de résultats sous forme graphique 199

A.2.4 Conversion valeurs numériques - chaînes de caractères 201

A.2.5 Les entrées-sorties 201

A.2.6 Structure des programmes 202

A.2.7 La *Control Toolbox* de Matlab 203

A.3 Fonctions élémentaires pour la commande 204

A.3.1 Temps continu fréquentiel 204

A.3.2 Fonctions diverses 210

A.3.3 Représentations d'états 210

A.3.4 Temps discret 212

A.4 Tables de transformées 213

Bibliographie 215

Index 217