

Table des matières

À propos des auteurs	vii
1. Introduction	1
1.1. Prérequis et public visé	1
1.2. Codes sources	2
1.3. Origine de la commande prédictive	2
1.4. La commande prédictive dans l'industrie	3
2. La commande prédictive	4
2.1. PFC élémentaire – principes généraux	4
2.2. Identification du Modèle de processus	6
2.3. Extensions du PFC	6
2.4. Comment appliquer la commande prédictive ?.....	7
3. Mise en œuvre avec Scilab	8
3.1. Le logiciel Scilab	8
3.2. Présentation d'un programme Scilab	8
4. Programmes élémentaires	11
4.1. Processus d'ordre 1 (Kindergarten).....	11
4.2. Processus d'ordre 1 à retard avec contrainte sur la MV.....	13
4.3. Processus d'ordre 1 avec prise en tendance d'une perturbation mesurable	15
4.4. Comparaison des PFC et PID avec contrainte sur la MV et bruit sur la CV	18
4.5. Autre comparaison de performance de régulation PFC et PID	20
4.6. Commande par boucle transparente d'un processus intégrateur	23
4.7. Commande par boucle transparente d'un processus intégrateur avec retard	24
4.8. Commande par boucle transparente d'un processus intégrateur avec constante de temps	26
4.9. Processus intégrateur amorti par une dynamique d'ordre 1.....	28
4.10. Processus intégrateur amorti par une dynamique d'ordre 1 avec retard	30
4.11. Processus intégrateur d'ordre 1 avec retard et contrainte sur la MV....	32
4.12. Double intégrateur avec modèle interne d'ordre 1.....	34
4.13. Double intégrateur avec modèle interne d'ordre 2.....	36
5. Programmes ordinaires	39

5.1. Commande avec contraintes sur la MV	39
5.2. Boucle transparente avec transfert de contraintes	42
5.3. Processus d'ordre 2	44
5.4. Processus d'ordre 3	45
5.5. Commande feed forward d'un processus d'ordre 1 soumis à une perturbation mesurable	47
5.6. Commande cascade de deux PFC avec remontée de contraintes : back calculation	50
5.7. Comparaison de performance des PFC et PI	53
6. Programmes avancés : processus d'ordre 1.....	56
6.1. Processus à non minimum de phase et à pôle instable	56
6.2. Processus d'ordre 1 du type avance-retard.....	58
6.3. Processus d'ordre 1 à non minimum de phase.....	60
6.4. PFC avec estimation de perturbation de structure (non mesurable)	62
6.5. Consigne en rampe à deux congés avec deux fonctions de base	65
6.6. Consigne en rampe à deux congés avec contraintes en vitesse sur la MV	68
6.7. Suivi d'une rampe sans erreur de traînage	71
6.8. Processus multivariable 2×2 d'ordre 1	74
6.9. Échangeur à contre-courant	76
6.10. Régulation de l'échangeur de chaleur à contre-courant	77
7. Programmes avancés : processus d'ordre 2.....	80
7.1. Processus stable multivariable 2×2 d'ordre 2.....	80
7.2. Oscillateur à faible amortissement	83
7.3. Commande d'un double intégrateur par l'algèbre complexe	86
8. Programmes avancés : commandes particulières.....	88
8.1. Commande alternée d'un processus par deux actionneurs (split range)	88
8.2. Commande de deux processus par un actionneur avec contrainte sur une CV	90
8.3. PFC complexe	94
8.4. Commande parabolique d'un processus d'ordre 1	97
9. Programmes avancés : plusieurs fonctions de base.....	99
9.1. Consigne parabolique, trois fonctions de base	99
9.2. Consigne en arc de parabole, trois fonctions de base	101
9.3. Processus d'ordre 2 à déphasage non minimal	103
10. Programmes avancés : identification.....	106

10.1. Identification élémentaire	106
10.2. Identification ISO-D	111
10.3. Commande cascade	114
11. Commandes par convolution	117
11.1. Commande par convolution discrète	117
11.2. Commande avec modèle de convolution	120
Notions complémentaires	123
1. Sorties forcée et lâchée d'un système d'ordre 1	123
2. Filtre coupe-bande sans pertes	126
3. Filtre passe-bande sans pertes	128
Aide-mémoire Automatique	130
Commandes Scilab	135
1. Initialisation	135
2. Fonctions mathématiques et de calcul	135
3. Fonctions sur les matrices	137
4. Entrées sorties	137
5. Graphique	138
Du code Scilab à l'équipement industriel.....	140
1. Traduire le programme Scilab vers un langage automate	141
2. Connecter le PC de développement (Scilab) à des entrées/sorties in-	
dustrielles	143
Utiliser un nano-ordinateur capable de supporter Scilab	144
Émulation d'automate sur nano-ordinateur	146
Interagir avec un automate industriel existant pour tester un algo-	
rithme de commande	147
3. Quand l'automate permet l'hybridation	149
4. RaaS (Régulation as a Service)	150
5. Utilisation des propriétés auxiliaires d'équipements réseaux	151
6. Résumé des possibilités, avantages et inconvénients	153
Exemple de transposition de code dans le langage d'un automate	154
Liste des illustrations	160
Index	161