
Table des matières

Partie I Introduction aux modes glissants Cas des systèmes monovariables continus

1	Principaux Concepts dans la Commande des Systèmes à l'aide de Régimes Glissants	3
1.1	Présentation de la structure variable à régime glissant et à composante discontinue	3
1.2	Exemple générique : cas de l'asservissement de la position	5
1.3	Principaux concepts de la commande à régime glissant	9
1.3.1	La surface de glissement	9
1.3.2	Les conditions de glissement et le régime transitoire	9
1.3.3	Equation de la commande instantanée et expression de la composante discontinue	12
1.4	Comparaison à une commande classique	18
1.4.1	Dynamique de l'erreur	19
1.4.2	Système équivalent au système à commander bouclé par un correcteur à régime glissant	19
1.4.3	Discussion et exemples en expérimentation	21
2	Théorie élémentaire du bouclage linéarisant par régime glissant d'un système monovisible avec et sans dynamique de zéros	25
2.1	Changement du comportement dynamique par des bouclages linéarisants	25
2.2	Cas des systèmes mono-entrée mono-sortie observables	27
2.2.1	Dynamique généralisée en boucle ouverte et avec bouclage dans le cas d'un système à commander	27
2.2.2	Bouclages linéarisants continus	29
2.2.3	Bouclage linéarisant à régime glissant et à commande discontinue (structure variable)	30

2.2.4	Loi de commande à structure variable classique ou statique commande effective commande équivalente	33
2.3	Cas des systèmes observables non dégénérés mono-entrée mono-sortie	36
2.3.1	Bouclage linéarisant et dynamique linéaire	36
2.3.2	Bouclage linéarisant à régime glissant et à commande discontinue avec dynamique de zéros (structure variable)	38
2.3.3	Loi de commande à structure variable généralisée (ou dynamique)	40
2.4	Condition nécessaire de glissement et commandes	43
2.4.1	Formes pour la condition nécessaire de glissement	44
2.4.2	Commande équivalente dans le cas non dégénéré	46
2.4.3	Commande équivalente dans le cas dégénéré	48
3	Algorithmes à régime glissant statique simulation et expérimentation	49
3.1	Présentation d'une commande à régime glissant à composante discontinue	49
3.1.1	Aspect X-MRAC d'une loi de commande	49
3.1.2	Aspect X-TRAC d'une loi de commande	51
3.1.3	Le compromis entre les stratégies TRAC et MRAC	51
3.1.4	De la robustesse de la loi de commande	53
3.2	Identification et modélisation	55
3.2.1	Présentation du système actionneur identification et modélisation	55
3.2.2	Moteurs électriques à courant continu	56
3.2.3	Moteurs à muscles artificiels	59
3.3	Régime glissant classique à trajectoire désirée (CVS-TRAC) . .	63
3.3.1	Cas de la commande $u = -M.\text{sign}(S)$	64
3.3.2	Cas de la commande $u = u_{eq} - k.\text{sign}(S)$	67
3.4	Régime glissant classique à modèle de référence (CVS-MRAC)	71
3.4.1	Cas d'une commande de la forme $u = -M.\text{sign}(S)$	71
3.4.2	Cas d'une commande de la forme $u = u_{eq} + \Delta u$	75
4	Applications électriques et fluidiques dans le cas d'un degré de liberté	83
4.1	Moteurs à courant alternatif pilotés par des algorithmes	83
4.1.1	Principe de fonctionnement et description matérielle de l'asservissement	84
4.1.2	Identification et modélisation	85
4.1.3	Algorithmes à régimes glissants testés sur les moteurs à courant alternatif	86
4.2	Actionneurs pneumatiques commandés par des algorithmes . . .	97
4.2.1	Principe de fonctionnement et description matérielle de l'asservissement de position pneumatique	99

4.2.2	Modèle présumé et identification	99
4.2.3	Algorithmes à régimes glissants testés sur deux actionneurs pneumatiques	101
4.3	Actionneurs hydrauliques commandés par des algorithmes	108
4.3.1	Principe de fonctionnement et description matérielle de l'asservissement	109
4.3.2	Modèle présumé et identification	111
4.3.3	Algorithmes à régimes glissants testés sur les deux électrovalves : comparaison à une loi de commande linéaire	113
A	Formes de la fonction de glissement et nombre de surfaces de commutation	121
A.1	Rappel	121
A.2	Régime glissant sur une surface de commutation non linéaire ..	122
A.3	Régime glissant sur une courbe de commutation constituée de quatre morceaux	126
A.3.1	Introduction	126
A.3.2	Deux méthodes testées pour mettre la trajectoire d'état en régime de glissement depuis l'instant initial ..	126
A.3.3	Généralisation	129
A.4	Algorithmes de commande à régime glissant utilisant des surfaces de glissement en cascade	130
A.4.1	Cas de la commande CVS des moteurs alternatifs	130
A.4.2	Cas de la commande CVS-MRAC-IO	131
A.5	Autres formes pour la fonction de commutation	131
A.6	Correction intégrale à partir de la surface de glissement	133
A.7	Utilisation de la fonction de surface dans l'expression de la commande	134
B	Prise en compte d'un retard ou d'un traînage	139
B.1	Problématique technologique	139
B.2	Principe de l'obtention de la sortie désirée par une avance sur la consigne	141
B.3	Réalisation pratique de l'avance sur la consigne pour un système bouclé	143
C	Paramètres nominaux des moteurs asynchrones envisagés dans le chapitre 4	147
C.1	Moteur asynchrone modélisé en diphasé selon la méthode du flux orienté, simulé et expérimenté dans un réglage de la position	147
C.2	Moteur asynchrone modélisé en diphasé selon la méthode du flux orienté, simulé et expérimenté dans un réglage de la vitesse	147

C.3	Moteur asynchrone modélisé en diphasé selon la méthode $\alpha\beta$, simulé et expérimenté dans un réglage de vitesse	148
D	Choix du coefficient de la surface et du gain du terme de commutation	149
D.1	Première approche	149
D.2	Deuxième approche	149
D.3	Rappel	154
E	Génération par récurrence de trajectoire pour des tâches répétitives	155
E.1	Génération par récurrence de trajectoire de tâches répétitives ..	156
E.2	Présentation de la méthode	158
<hr/>		
Partie II Modes glissants généralisés – Cas des systèmes multi-entrée multi-sortie continus discrets et hybrides		
<hr/>		
5	Comportement dynamique des systèmes en boucle ouverte et en boucle fermée avec régime glissant	171
5.1	Comportement des systèmes dynamiques en boucle ouverte ...	171
5.1.1	Approche par le formalisme classique	172
5.1.2	Approche par les formes canoniques généralisées	173
5.1.3	Approche par les inclusions différentielles	175
5.1.4	Approche par la platitude	177
5.2	Changement du comportement dynamique par le bouclage et la commande	182
5.2.1	Bouclage par les techniques stabilisantes cas des systèmes non plats	182
5.2.2	Bouclage linéarisant	183
5.2.3	Bouclage par les régimes glissants	188
6	Bouclage linéarisant par régime glissant d'un système multivariable	203
6.1	Cas des systèmes multivariables (MIMO)	203
6.1.1	Systèmes multivariables linéaires en entrées	205
6.1.2	Commande à structure variable simplexe	208
6.2	Cas des systèmes discrets et hybrides	219
6.2.1	Système dynamique avec espace d'état fini	219
6.2.2	Stabilité d'un système discret	220
6.2.3	Commande à régime glissant dans le cas des systèmes discrets	222
6.2.4	Commande à régime glissant dans le cas des systèmes hybrides	225

7	Régime glissant généralisé ou utilisant un modèle de référence et les entrées-sorties	231
7.1	Régimes glissants généralisés	231
7.1.1	Régime glissant généralisé à trajectoire désirée (GVS-TRAC)	232
7.1.2	Régime glissant généralisé à modèle de référence (GVS-MRAC)	237
7.2	Régime glissant utilisant un modèle de référence	243
7.2.1	Introduction à la CVS-MRAC-IO	244
7.2.2	Commande adaptative avec modèle de référence	245
7.2.3	Commande à structure variable adaptative à modèle de référence et plusieurs surfaces de glissement utilisant les entrées et les sorties (CVS-MRAC-IO)	247
7.2.4	Application d'une commande CVS-MRAC-IO du type relais à un système de second ordre et de degré relatif $n^* = 2$	252
7.2.5	Remarque	260
8	Simulation et expérimentation dans le cas multivariable ...	261
8.1	Commande d'un système multivariable par des régimes glissants indépendants	261
8.1.1	Rappel sur les commandes utilisant plusieurs surfaces de glissement	261
8.1.2	Présentation succincte de l'algorithme utilisé pour les deux systèmes mécaniques à 2 ddl et à 3 ddl	262
8.2	Commande à l'aide de régimes glissants d'un système mécanique articulé à deux ddl et à deux actionneurs	269
8.2.1	Modèles dynamiques de connaissance pour la structure mécanique et pour les actionneurs du robot SCARA ...	269
8.2.2	Algorithme de commande	273
8.2.3	Algorithmes de commande pour le SCARA considéré comme un système multi-entrée / multi-sortie	277
8.3	Commande à l'aide des régimes glissants d'un système robotique à trois ddl de rotation et à trois actionneurs à muscles artificiels	287
8.3.1	Présentation du bras manipulateur	287
8.3.2	Identification et modélisation des axes	288
8.3.3	Algorithme de commande utilisé	290
8.3.4	Résultats expérimentaux	293
F	Exemples de Systèmes plats et non plats	301
G	Evaluation des ordres et degrés d'un système	303
G.1	Système réduit équivalent à un système linéaire commandé par un algorithme à régime glissant	303

G.2	Fonction de surface généralisée et degré relatif	304
G.3	Méthodologie de confirmation des ordres du modèle	306
G.4	Méthodologie de détermination du degré relatif d'un système sans affectation d'un modèle présumé, par glissement sur des surfaces linéaires d'ordre croissant	309
G.5	Conclusion	309
H	Méthodologie de choix et de réglage des correcteurs à régime glissant.....	313
	Conclusion générale	317
	Références	321
	Index	335

Théorie élémentaire et pratique de la commande par
les régimes glissants

Lopez, P.; Nouri, A.S.

2006, XVI, 338 p. 159 ill., Softcover

ISBN: 978-3-540-31003-7