

Sommaire

Résumé	i
Sommaire	ii
Notations et acronymes	v
Introduction générale	1
Organisation du mémoire	3
Chapitre I Modélisation des systèmes LPV	
Introduction	05
1 Stabilité des systèmes dynamiques	06
1.1 Définition	06
1.2 Stabilité au sens de Lyapunov :	06
1.2.2 Stabilité des trajectoires d'équilibre	06
1.2.3 Stabilité asymptotique uniforme globale	07
1.2.4 La méthode directe de la stabilité au sens de Lyapunov	07
1.2.5 Fonction de Lyapunov quadratique	08
1.3 Stabilité au sens BIBO: (bounded input bounded output)	08
1.3.1 Condition fondamentale de stabilité :	08
1.3.2 L_q -stabilité	09
1.3.3 Théorème du petit gain	09
1.3.4 Liens entre la stabilité au sens de Lyapunov et la stabilité entrée/sortie	10
1.4 Système linéaire :	11
1.4.1 Classes des systèmes linéaires	11
1.4.2 Trajectoires et caractérisation de la stabilité	11
1.4.3 Systèmes linéaires à temps invariant (LTI) :	12
1.4.4 Systèmes linéaires à temps variant (LTV)	13
1.4.5 Systèmes linéaires à paramètres variables (LPV)	14
1.5 Systèmes « quasi-LPV » et systèmes non linéaires	16
1.6 Stabilité des systèmes LPV	19
1.7 Modélisation des systèmes LPV	20
1.7.1 Modèle affine et modèle polytopique	20
1.7.1.1 Le modèle affine	20
1.7.1.2 Modèle polytopique	21
Conclusion	23

Chapitre II Approche H_∞

Introduction	24
2. Analyse en robustesse et en performance des systèmes bouclés	25
2.1 Spécification fréquentielles de performance :	25
2.1.1 Fonctions de sensibilité	25
2.1.2 Objectifs de commande	27
2.1.3 Rejet de perturbation b	27
2.1.4 Réduction du bruit de mesure w	28
2.1.5 Suivi de référence r : précision	29
2.2 Spécification fréquentielles de robustesse	30
2.2.1 Etude de la robustesse en stabilité	31
2.2.2 Définition de la famille de modèles	31
2.2.3 Analyse de la stabilité par le critère de Nyquist	32
2.2.4 Description des incertitudes en utilisant les pondérations fréquentielles	36
2.2.5 Choix de la fonction de pondération	37
2.2.6 Critère H_∞ avec les fonctions de pondération	38
2.2.6.1 Mise en forme standard du critère H_∞	39
2.3 Problème H_∞ standard	41
2.3.1 Synthèse d'un correcteur H_∞ par retour de sortie	41
Conclusion	47

Chapitre III Inégalité Matricielle Linéaire (LMI)

Introduction	48
3.1 Problème d'optimisation	49
3.1.1 Ensembles convexes	52
3.1.2 Fonctions convexes	50
3.1.3 Fonctions quasi-convexes	51
3.2 Optimisation LMI	52
3.2.1 Problèmes d'optimisation sous contraintes LMI :	52
3.2.2 Problème de Faisabilité	53
3.2.2.1 Stabilité des systèmes dynamiques en utilisant le problème de faisabilité	53
3.2.3 Problème de minimisation d'une fonction de coût linéaire	55
3.2.4 Lemme de Schur :	57
3.2.4.1 Intérêt du lemme de Schur :	57
3.3 Synthèse d'un correcteur H_∞ par retour d'état	59
3.4 Existence d'un correcteur H_∞	61
3.4.1 Synthèse H_∞ par retour de sortie	62

3.5 Calcul de l'asservissement en position d'un moteur	63
3.6 Extension aux systèmes LPV	74
3.5.1 Extension de la norme H_∞	74
3.5.2 Performance quadratique de type H_∞ pour les systèmes LPV	74
Conclusion	75
Chapitre IV Synthèse de lois de commande à paramètre variable	
Introduction	76
4.1 Correcteurs polytopiques	77
4.2 Critère de type H_∞	80
4.2.1 Utilisation du changement de variables	82
Simulation	
4.3 Commande d'un robot sous-actionné	84
4.3.1 Le modèle LPV avec structure polytopique	87
4.3.2 Structure de la loi de commande	87
4.3.3 Synthèse d'un correcteur LPV polytopique	89
4.4 Commande d'un système d'ordre 1 avec constante du temps variable	92
4.4.1 Spécifications et choix des filtres	92
4.4.1.1 Filtre de performances	93
4.4.1.2 Filtre de robustesse	93
4.5 Pilotage d'un missile	98
4.5.1 Description et analyse du problème	98
4.5.2 Mise en forme du problème de synthèse	99
4.5.3 Modèle polytopique du missile	99
4.5.4 Description du modèle de synthèse	100
4.5.5 Choix des filtres et résolution	101
4.5.5.1 Filtre de performances	101
4.5.5.2 Filtre de robustesse	102
4.5.6 Résolution et implémentation du correcteur :	102
4.5.7 Simulations et interprétation	103
Tests <i>LTI</i>	104
Tests <i>LPV</i>	106
Conclusion	109
CONCLUSION GENERALE	110
BIBLIOGRAPHIE	112

Notations

\mathbb{R}	Ensemble des nombres réels,
\mathbb{R}^n	Espace réel euclidien de dimension n
$\mathbb{R}^{n \times m}$	Ensemble de matrices de dimension $(n \times m)$ à coefficients dans \mathbb{R}
$A > 0 (A \geq 0)$	Matrice A symétrique définie (respectivement semi-définie) positive,
$A < 0 (A \leq 0)$	Matrice A symétrique définie (respectivement semi-définie) négative,
I	Matrice identité
A^{-1}	Inverse de la matrice $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ et $\det(A) \neq 0$
A^T	Transposée de la matrice A
A^{-T}	Transposée de l'inverse de la matrice A ,
$\ker(A)$	Noyau de la matrice A
$\det(A)$	Déterminant de la matrice $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$
$\text{rang}(A)$	Rang de la matrice $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$
$\ A\ _2$	Norme Euclidienne de la matrice $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$
$\ G\ _\infty$	Norme infinie d'une matrice de transfert $G(p)$
W_i	$i^{\text{ème}}$ fonction de pondération

Acronymes

LTI	Modèle Linéaire Invariant dans le Temps
LTV	Modèle Linéaire Variant dans le Temps
LPV	Modèle Linéaire à Paramètres Variants
LFT	Linear Fractional Transformation (Transformation Linéaire Fractionnaire)
LMI	Linear Matrix Inequality (Inégalité Matricielle Linéaire)
LQG	Linéaire Quadratique Gaussienne