

**AUTOMATIQUE****RÉALISATION  
RÉDUCTION  
et  
COMMANDE  
des  
SYSTÈMES  
LINÉAIRES****A. RACHID  
D. MEHDI****ÉDITIONS TECHNIP**

**9** MÉTHODES ET PRATIQUES DE L'INGÉNIEUR  
Collection dirigée par Pierre BORNE  
Professeur, Directeur scientifique de l'École centrale de Lille

*EET 37*



**AUTOMATIQUE**

**RÉALISATION  
RÉDUCTION  
et  
COMMANDE  
des  
SYSTÈMES  
LINÉAIRES**

*21986  
1/2*



**Ahmed Rachid**

Professeur à l'Université de Picardie Jules Verne  
Laboratoire des Systèmes automatiques

**Driss MEHDI**

Professeur à l'Université de Poitiers

1997



ÉDITIONS TECHNIP 27 RUE GINOUX 75737 PARIS CEDEX 15

# TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....	1
<b>1. RÉALISATION DES SYSTÈMES LINÉAIRES .....</b>	<b>5</b>
1. Généralités .....	5
2. Formes canoniques pour les systèmes SISO .....	8
3. Structures canoniques d'un système MIMO .....	14
4. Réalisation à partir de la matrice de transfert .....	17
5. Réalisation à partir des paramètres de Markov .....	22
6. Conclusion .....	32
Exercices .....	33
<b>2. RÉDUCTION DE MODÈLES .....</b>	<b>37</b>
1. Introduction .....	37
2. Réduction par diagonalisation .....	39
3. Agrégation .....	41
4. Perturbations singulières .....	45
5. Réduction de modèles par décomposition de Schur .....	46
6. Réalisation équilibrée .....	49
7. Approximation de Padé .....	57
8. Réduction optimale .....	60
9. Conclusion .....	63
Exercices .....	64

## Collection Méthodes et Pratiques de l'Ingénieur

Cette collection s'adresse aux élèves ingénieurs, aux étudiants de maîtrise et de DEA, aux enseignants ainsi qu'aux ingénieurs et techniciens supérieurs en activité, désireux de rafraîchir ou compléter leur formation dans les sciences de l'ingénieur.

### Réalisation, réduction et commande des systèmes linéaires

A. Rachid, D. Mehdi

Cet ouvrage est consacré aux développements modernes en automatique ainsi qu'à de nombreux résultats et concepts devenus classiques dans la littérature spécialisée, mais encore peu traités dans des ouvrages de synthèse.

La **théorie de la réalisation** fait l'objet du premier chapitre. Dans ce contexte, les formes canoniques donnent une solution aisée au problème de la réalisation des systèmes SISO. Pour les systèmes MIMO, une théorie générale s'impose. Nous présentons ses éléments les plus significatifs sur les plans théorique et pratique.

Dans le chapitre 2, l'accent est mis sur les **méthodes temporelles de réduction** de modèles des systèmes à grande dimension qui permettent de traiter de façon unifiée les systèmes SISO et MIMO. Nous présentons successivement la méthode d'agrégation, les perturbations singulières, la réalisation équilibrée, ainsi que la réduction optimale.

Le chapitre 3 est consacré aux problèmes de la **commande optimale**. Nous donnons les propriétés du régulateur optimal quadratique à horizon infini (robustesse, interprétation fréquentielle, conditions sur les pôles en boucle fermée...) et discutons le problème inverse.

Le quatrième chapitre aborde le **placement de pôles**, technique applicable aussi bien aux systèmes SISO que MIMO. Nous avons tenu à inclure des méthodes de placement optimal de pôles minimisant un critère quadratique dont les matrices de pondération sont à déterminer, soit avec spécification des performances, soit avec spécification du spectre.

Le chapitre 5 traite aussi de la commande, mais en adoptant une **approche polynomiale**. Les lois de commande exposées sont habituellement celles utilisées en commande auto-adaptative en leur adjoignant toutefois une procédure d'identification des paramètres du régulateur ou du système. Les régulateurs présentés sont le minimum de variance, le minimum de variance généralisé ainsi que la commande prédictive généralisée.

Le dernier chapitre porte sur le concept d'**invariance positive**. Cette notion est utilisée pour résoudre un problème de commande par placement de pôles avec contraintes sur les entrées et/ou sur l'état.

Les nombreuses méthodes exposées sont systématiquement illustrées par des exemples. Le lecteur trouvera également des exercices avec solutions permettant l'assimilation et l'extension des notions présentées.

Ahmed Rachid est professeur à l'université de Picardie Jules-Verne, où il dirige le Laboratoire des systèmes automatiques.

Driss Mehdi est professeur à l'université de Poitiers.

