

# Sommaire

1. **Introduction aux Systèmes Linéaires**
  - Définition d'un système linéaire
  - Représentation matricielle des systèmes linéaires
  - Systèmes continus et discrets
  - Exemples de systèmes linéaires dans les domaines de l'ingénierie et de la physique
2. **Principes Fondamentaux de l'Optimisation**
  - Notions de base en optimisation : objectif, contraintes, fonction objectif
  - Propriétés des fonctions convexes
  - Méthodes de base en optimisation : gradient, descente de gradient, optimisation quadratique
  - Théorème de Karush-Kuhn-Tucker (KKT) pour les problèmes avec contraintes
3. **Optimisation des Systèmes Linéaires**
  - Optimisation linéaire : formulation du problème
  - Méthode du simplexe
  - Dualité et théorie de la dualité en optimisation linéaire
  - Applications pratiques de l'optimisation linéaire : allocation des ressources, transport, planification
4. **Contrôle des Systèmes Linéaires : Bases Théoriques**
  - Modélisation des systèmes linéaires : équations d'état et sortie
  - Réponse d'un système linéaire : réponse à un échelon, réponse impulsionnelle
  - Stabilité des systèmes linéaires : critères de stabilité de Routh-Hurwitz, critère de Nyquist
  - Systèmes à rétroaction et stabilité de Lyapunov
5. **Méthodes de Contrôle Optimal**
  - Problème de contrôle optimal : formulation et objectifs
  - Méthode de Pontryagin et le principe du maximum
  - L'équation de Riccati et son application en contrôle optimal
  - Exemple de contrôle optimal pour un système linéaire : minimisation du coût quadratique
6. **Contrôle Optimal à Temps Discret**
  - Contrôle optimal des systèmes linéaires discrets
  - Problème de contrôle à horizon fini
  - Méthode de calcul des solutions optimales dans le cas discret : algorithme de Bellman, programmation dynamique
7. **Théorie du Contrôle Minimal et Observabilité**
  - Systèmes minimaux et contrôlabilité
  - Théorème de Kalman sur la contrôlabilité des systèmes linéaires
  - Observabilité d'un système linéaire et théorème de Kalman
  - Relation entre contrôlabilité et observabilité
8. **Optimisation et Contrôle avec Contraintes**
  - Contrôle sous contraintes d'état, de sortie et de commande
  - Problèmes de contrôle optimal avec contraintes de non-linéarité
  - Méthodes de régulation optimale : régulateur PID, régulateur linéaire quadratique (LQR)
  - Application à l'optimisation de la consommation d'énergie et du temps
9. **Méthodes Numériques en Optimisation et Contrôle**
  - Méthodes numériques pour résoudre les problèmes d'optimisation linéaire
  - Méthodes de discrétisation et de résolution des équations différentielles pour les systèmes linéaires
  - Application des algorithmes numériques aux systèmes de contrôle optimal
10. **Exercices Pratiques : Optimisation et Contrôle**
  - Exercices d'optimisation linéaire avec solutions détaillées
  - Problèmes de contrôle des systèmes linéaires continus et discrets
  - Applications des critères de stabilité et de contrôle optimal
  - Exercices sur la conception de régulateurs et de correcteurs
11. **Solutions des Exercices**
  - Solutions détaillées des exercices de chaque chapitre
  - Explication pas à pas des méthodes et des résultats obtenus
  - Discussions sur les applications pratiques et les interprétations physiques des solutions
12. **Applications Avancées en Optimisation et Contrôle des Systèmes Linéaires**
  - Contrôle des processus industriels : optimisation des chaînes de production
  - Optimisation des réseaux de communication et des systèmes d'énergie
  - Applications en robotique et systèmes autonomes
  - Applications en ingénierie aérospatiale et en gestion de la circulation
13. **Conclusion et Perspectives**
  - Récapitulatif des concepts clés abordés
  - Perspectives d'avancées en contrôle et optimisation
  - Recherches récentes et applications futures des méthodes d'optimisation et de contrôle des systèmes linéaires