

Sommaire :

Partie 1 : Outils de modélisation et d'analyse des systèmes

Chapitre 1 : Description et comportement des systèmes dynamiques

- Concepts fondamentaux de l'automatique (boucle ouverte, boucle fermée).
- Modélisation par variables d'état (représentation d'état continue).
- Modélisation par fonction de transfert (formalisme de Laplace).
- Linéarisation des systèmes non linéaires autour d'un point de fonctionnement.

Chapitre 2 : Analyse des systèmes continus

- Réponses temporelles (impulsionnelle, indicielle) et réponses fréquentielles (Bode, Nyquist, Black).
- Systèmes du premier et du second ordre, systèmes à retard pur.
- Analyse de la stabilité (critère algèbro-graphique de Routh, marges de phase et de gain).

Chapitre 3 : Identification des procédés industriels

- Méthodes d'identification structurelle à partir de réponses indicielles.
- Modèles de Broïda, Strejc et de Black.
- Introduction à l'identification paramétrique (méthode des moindres carrés).

Partie 2 : Méthodes de commande et synthèse des correcteurs

Chapitre 4 : La régulation PID (Proportionnel, Intégral, Dérivé)

- Structures des régulateurs PID (série, parallèle, mixte).
- Effets des actions P, I et D sur les performances (précision, rapidité, stabilité).
- Méthodes de réglage empiriques et analytiques (Ziegler-Nichols, Cohen-Coon, CHR).
- Problématiques industrielles : phénomène d'emballement intégral (*Anti-windup*) et dérivation du signal de mesure.

Chapitre 5 : Commande par retour d'état et observateurs

- Propriétés structurelles : commandabilité et observabilité.
- Synthèse du retour d'état par placement de pôles.
- Introduction aux observateurs d'état (Luenberger) pour la reconstruction des variables non mesurées.

Chapitre 6 : Commande avancée et robuste

- Prédicteur de Smith pour la compensation des systèmes à fort retard.
- Introduction à la commande prédictive basée sur le modèle (MPC).

- Notions de commande robuste (H_{∞}) face aux incertitudes de modélisation.

Partie 3 : Architectures de commande industrielles

Chapitre 7 : Structures de commande mono-variable avancées

- Commande en cascade (boucle imbriquée pour rejeter les perturbations internes).
- Commande par anticipation (*Feedforward* ou commande par tendance).
- Régulation de rapport ou de proportion (*Ratio control*).

Chapitre 8 : Commande des systèmes multivariables (MIMO)

- Analyse des couplages entre entrées et sorties (Matrice de gain relatif - RGA).
- Techniques de découplage (découplage statique et dynamique).
- Stratégies de commande décentralisée.

Chapitre 9 : Implantation numérique et technologie de la régulation

- Passage du continu au discret : échantillonnage et transformée en Z.
- Discrétisation des correcteurs (méthodes d'Euler, de Tustin).
- Architecture matérielle : capteurs, actionneurs (vannes de régulation), automates programmables (API/PLC) et systèmes de supervision (SCADA).