

Sommaire :

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

Chapitre 1 : Représentation et modélisation des procédés

- Concepts de base de l'automatique (boucle ouverte, boucle fermée, performances).
- Modélisation par variables d'état (équations d'état, matrice de transition).
- Modélisation par fonction de transfert (formalisme de Laplace).
- Linéarisation des systèmes non linéaires autour d'un point de fonctionnement.

Chapitre 2 : Analyse du comportement des systèmes continus

- Réponses temporelles (impulsionnelle, indicielle) et caractéristiques (temps de montée, dépassement).
- Réponses fréquentielles et représentations graphiques (Bode, Nyquist, Black).
- Étude de la stabilité des systèmes linéaires (critère de Routh, marges de phase et de gain).

Chapitre 3 : Identification expérimentale des procédés

- Principes généraux de l'identification à partir de tests (échelons).
- Modèles de comportement classiques (modèles de Broïda, Strejc).
- Méthodes d'identification géométriques et fréquentielles.

Partie 2 : Méthodes de commande et synthèse des correcteurs

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

- Structures et architectures des régulateurs PID (parallèle, série, mixte).
- Rôle et influence des actions P, I et D sur la stabilité, la précision et la rapidité.
- Méthodes de réglage et de tarage des PID (Ziegler-Nichols, Cohen-Coon).
- Problématiques industrielles : anti-emballement de l'intégrale (*anti-windup*) et filtrage de la dérivation.

Chapitre 5 : Commande par retour d'état et observateurs

- Concepts de commandabilité et d'observabilité.
- Synthèse de commande par retour d'état (placement de pôles).
- Reconstruction de l'état : conception d'observateurs (Luenberger).

Chapitre 6 : Commande avancée des systèmes à retard et commande robuste

- Compensation des temps morts : le Prédicteur de Smith.
- Introduction à la commande robuste (notions de base sur la commande H_{∞}).

- Introduction à la commande prédictive basée sur le modèle (MPC).

Partie 3 : Architectures de commande et applications industrielles

Chapitre 7 : Structures de régulation mono-variable complexes

- Régulation en cascade (boucles imbriquées : maître / esclave).
- Commande par anticipation (*Feedforward* ou commande de tendance).
- Régulation de rapport ou de proportion (*Ratio control*).

Chapitre 8 : Commande des systèmes multivariables (MIMO)

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

Chapitre 9 : Implantation numérique et technologie de la régulation

- Échantillonnage et systèmes discrets (Transformée en Z).
- Discrétisation des algorithmes de calcul (méthodes d'Euler, de Tustin).
- Aspects technologiques : capteurs, actionneurs (