# SystÈmes asservis (120 heures)

## Objectifs

- Apprendre, au travers d’exemples pratiques, les méthodes relatives à la modélisation, l’analyse et la commande des systèmes asservis linéaires.

- Acquérir un savoir faire expérimental approfondi. Utiliser un matériel à vocation industrielle dans les technologies associées à l’automatique.

– Déterminer le modèle d’un système réel à partir de mesures dynamiques expérimentales sur le système.

- Donner des connaissances mathématiques solides, claires, et détaillées dans le domaine

de signaux et des systèmes échantillonnés et numériques nécessaires pour être capable

d’analyser ces systèmes dans le domaine temporal et dans le domaine des fréquences.

- Apporter les outils fondamentaux de l’automatique numérique à des techniciens de cette

spécialité, désireux d’élargir leur domaine de compétence.

- Apprendre, au travers d‘exemples pratiques, les méthodes relatives à la modélisation,

l’analyse et la commande des systèmes asservis échantillonnés et numériques.

Chapitre 1  
definition et proprietes des systemes continus

(8 h)

### Contenu

1.1 Définition.

1.2 Propriétés; additivité; proportionnalité; réponse libre et réponse forcée.

Chapitre 2   
outils mathematiques

(8 h)

### Contenu

2.1 Transformée de Laplace : définitions et propriétés; théorèmes fondamentaux.

2.2 Représentation de quelques fonctions : fonction de Dirac; fonction échelon unité; fonction rampe; fonction tn .

2.3 Compléments mathématique : transformée de la dérivée; transformée de f(t – a).

2.4 Applications à la solution des équations différentielles.

Chapitre 3  
fonction de transfert

(8 h)

### Contenu

3.1 Définition.

3.2 Réponse harmonique.

3.3 Réponse temporelle des systèmes analogiques.

3.4 Réponse fréquentielle des systèmes analogiques.

Chapitre 4  
representation graphique et lieux de transfert

(12 h)

### Contenu

4.1 Lieux de Bode : diagramme des gains; diagrammes des phases.

4.2 Lieu de Nyquist.

4.3 Lieu de Black.

4.4 Exercices

Chapitre 5  
qualites et performances des systemes asservis lineaires

(16 h)

### Contenu

5.1 Définitions : stabilité; précision; écart; rapidité; temps de réponse; bande passante.

5.2 Critère algébrique de Routh.

5.3 Lieu de pôles.

5.4 Critères graphiques : dans le plan de Nyquist; dans le plan de Bode.

5.5 Degré de stabilité : marge de phase; marge de gain.

5.6 Signaux de perturbation dans un système a contre réaction

5.7 Système du premier ordre : réponse d’un système du premier ordre à une impulsion de Dirac; réponse à un échelon; réponse à une rampe; représentation graphique dans le plan de Nyquist et de Bode.

5.8 Système du second ordre : réponse d’un système du second ordre à une impulsion de Dirac; réponse à un échelon; réponse harmonique; représentation graphique dans le plan de Nyquist et de Bode.

5.9 Exercices.

Chapitre 6  
compensation des systemes asservis lineaires

(16 h)

### Contenu

6.1 Généralités : influence du gain; réglage du gain.

6.2 Les correcteurs : action dérivée; action intégrale; correcteur à avance de phase : correcteur à retard de phase; correcteur PID, correcteur non standard.

6.3 Réalisation pratique des correcteurs : circuits passifs; circuits actifs.

6.4 Comparaison des effets des différents correcteurs.

6.5 Compensation par boucle secondaire.

6.6 Simplification d’ordre des fonctions de transfert des correcteurs

6.7 Exercices

Chapitre 7  
 systÈmes asservis non-linÉaires (10 h)

7.1 Les non-linéaires les plus fréquentes.

7.2 Système asservi possédant un organe non-linéaire.

7.3 Système asservi par plus-ou-moins : cas d’un plus-ou-moins idéal; réponse du système.

7.4 Système asservi par plus-ou-moins avec zone morte : réponse du système.

7.5 Effet de l’hystérésis.

7.6 Approximation de l’équivalent harmonique : gain équivalent des différents types de non-linéarité.

7.7 Stabilité des systèmes asservis non-linéaires : oscillations libres; oscillations forcées.

7.8 Exercices

**CHAPITRE 8**

**INTRODUCTION AUX SYSTÈMES ÉCHANTILLONNÉS (12 h)**

8.1 Introduction

8.2 Signaux échantillonnés

8.3 Représentation mathématique de l’échantillonnage idéal.

8.4 Systèmes pulsés à mémoire.

8.5 Modulation d’impulsion en amplitude et en durée.

8.6 Reconstitution du signal continu.

8.7 Résolution des équations aux différences finies linéaires à coefficients constants

8.8 Systèmes linéaires pulsés

8.9 Le système à mémoire, ou bloqueur d’ordre zéro.

## Chapitre 9

LA TRANSFORMEE EN Z (10 h)

9.1 Définition de la transformée en Z

9.2 Propriétés fondamentales des transformées en z.

9.3 Exemples simples de transformée en z.

9.4 Transformée en z inverse

9.5 Consultation de la table de transformées en z

9.6 Développement en fractions partielles.

9.7 Division suivant les puissances croissantes de  .

**CHAPITRE 10**

LES RÉGULATEURS NUMÉRIQUES (6 h)

10.1 Intégrateur numérique.

10.2 Dérivateur numérique

10.3 Correcteurs P.I.D numériques

10.4 Réalisation des correcteurs numériques a l’aide de microprocesseurs

5.5 Correcteur à action dérivée limitée

## Chapitre 11

**ANALYSE ET CONCEPTION DE BODE DES SYSTEMES ASSERVIS**

**DISCRETS (14 h)**

11.1 Introduction

11.2 Critère de stabilité des systèmes discrets

11.3 Fonction de transfert et réponse temporelle des systèmes et correcteurs discrets

11.4 Réponse fréquentielle des systèmes discrets

11.5 Association d’organes analogiques et discrets

11.6 Constantes d’erreur des systèmes discrets a retour unité

11.7 Constantes d’erreur des systèmes généraux

11.8 Transformée en w pour l’analyse et la conception de systèmes échantillonnés par les méthodes analogiques

11.9 Conception algébrique des systèmes numériques, y compris les systèmes amortis

11.10 Courbes de Bode pour les fonctions de réponse fréquentielle à temps discrétisé

11.11 Analyse de Bode des systèmes à temps discrétisé en utilisant la w-transformation

11.12 Conception selon Bode des systèmes à temps discrétisé