

M.D JEDDI

Professeur

L. HAROUS

Chargé de Cours

T.BAHI

Chargé de Cours

SYSTEMES ASSERVIS LINEAIRES

ANALYSE

SYNTHESE

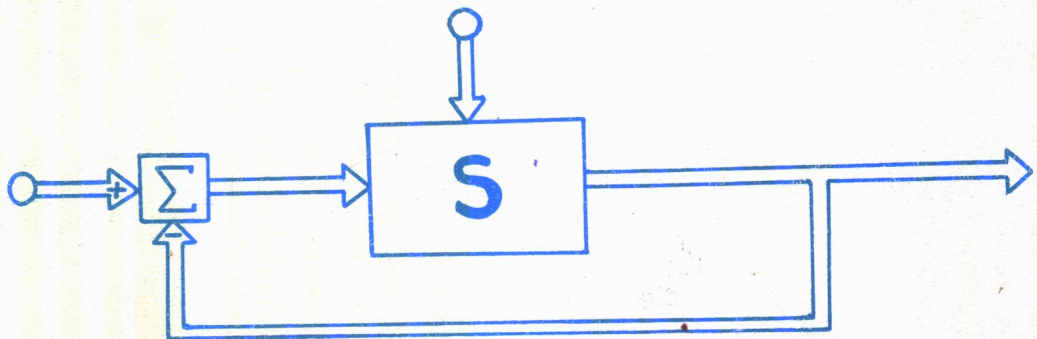


Table des matières

Introduction	6
CHAPITRE I. - ELEMENTS ET NOTIONS DE BASE DES SYSTEMES ASSERVIS.	
1. 1 - Principes et éléments de réglage automatique.....	7
1.1.1 - Capteurs actifs	8
1.1.1.1 - Effet d'induction électromagnétique.....	8
1.1.1.2 - effet piézoélectrique.....	9
1.1.1.3 - Effet pyroélectrique.....	9
1.1.2 - capteurs passifs	9
1.2 - Notion	13
1.2.1 - Fonction des systèmes asservis	13
1.2.2 - Système de commande en chaîne ouverte.....	14
1.2.2.1 - sans amplification de puissance.....	14
1.2.2.2 - Avec amplification de puissance.....	14
1.2.3 - Système de commande en chaîne fermée.....	18
1.2.4 - Organisation et caractéristiques générales d'un système asservi.....	21
1.2.5 - Fonction asservissement et fonction régulation.....	25
1.2.5.1 - Fonction asservissement	26
1.2.5.2 - Fonction régulation.....	26
1.2.6 - Equation d'un système asservi	26
CHAPITRE II. - GENERALITES SUR LES SYSTEMES ASSERVIS.	
2. 1 - Nature des signaux d'entrées	31
2.1.1 - Entrée en échelon	31
2.1.2 - Fonction rampe	32
2.1.3 - Fonction impulsion	32
2.1.4 - Fonction sinusoïdale	34

2. 2 - Transformée de Fourier	34
2.2.1 - Définition	35
2. 3 - Transformée de Laplace	39
2.3.1 - Définition	40
2.3.2 - Propriétés des transformées de Laplace.....	45
2.3.2.1 - Unicité	45
2.3.2.2 - Linéarité	45
2.3.2.3 - Théorème	46
2.3.2.4	48
2.3.2.5	51
2.3.2.6	52
2.3.2.7	53
2.3.2.8	54
2. 4 - Forme générale de la fonction de transfert	57
2. 5 - Propriétés de la fonction de transfert	58
2. 6 - Transformation des schémas fonctionnels	62
2.6.1 - Connexion en série	62
2.6.2 - Connexion en parallèle	63
2.6.3 - Connexion en opposition parallèle.....	65
2. 7 - Réduction à un système à retour unitaire	66
CHAPITRE III. - ANALYSE TEMPORELLE ET FREQUENTIELLE DES SYSTEMES ASSERVIS.	
3. 1 - Régime transitoire et régime permanent	76
3. 2 - Réponses aux entrées typiques	79
3.2.1 - Entrées non sinusoïdales.....	81
3. 2 - Réponses en fréquence	88
3.2.1 - Entrée sinusoïdale	88
3.2.1.1 - Transmittance isochrone.....	88
3. 3 - Construction des caractéristiques fréquentielles.....	91
3.3.1 - Caractéristique Amplitude-fréquence.....	91
3.3.2 - Caractéristique Phase-Fréquence	92
3.3.3 - Caractéristique Amplitude-Phase	92
3.3.3.1 - Représentation de Nyquist	92
3.3.3.2 - Représentation de Bode	95
3.3.3.3 - Représentation de Nichols ou Black.....	97

3. 4 - Etude des éléments types	100
3.4.1 - Élément proportionnel	100
3.4.2 - Élément d'intégration	104
3.4.3 - Élément de dérivation	109
3.4.4 - Élément du 1 ^{er} ordre	112
3.4.5 - Élément oscillatoire	120
CHAPITRE IV. - STABILITE DES SYSTEMES ASSERVIS.	
4. 1 - définition de la stabilité	146
4. 2 - Critères de Routh-Hurwitz	152
4.2.1 - Critère de Routh	
4.2.2 - Critère de Hurwitz	
4. 3 - Critère de Michaïl	
4. 4 - Critère de Nyquist	
4.4.1 - Critère	
4. 5 - Degré de stabilité	169
CHAPITRE V. - SYNTHÈSE ET PERFORMANCE DES SYSTEMES ASSERVIS.	
Introduction	171
5. 1 - Performances des systèmes asservis.....	171
5. 2 - précision des systèmes asservis linéaires continu	171
5.2.1 - Précision statique	171
5.2.1.1 - Calcul à partir de la fonction de transfert de la boucle ouverte	174
5.2.1.2 - Calcul de l'erreur relative à des systèmes perturbés	176
5.2.1.3 - Calcul à partir de la fonction de transfert en boucle fermée	177
5.2.2 - Précision dynamique	178
5. 3 - Critères de performances.....	179
5.3.1 - Critère de l'erreur absolue intégrale	179
5.3.2 - Critère de l'erreur quadratique intégrale ..	180
5.3.3 - Critère de l'I.T.A.E.	181
5. 4 - Principes généraux de la synthèse des systèmes asservis	182
5.4.1 - Correction en série	183
5.4.2 - Correction en parallèle	183
5.4.3 - Correction en réaction	184

5.4.4 - Réseaux correcteurs actifs185

5.4.4.1 - Régulateur proportionnel (P).....188
5.4.4.2 - Régulateur intégral (I)188
5.4.4.3 - Régulateur différentiateur (D).....190
5.4.4.4 - Régulateur proportionnel-intégral (PI).....191
5.4.4.5 - Régulateur proportionnel-dérivateur (PD).....193
5.4.4.6 - Régulateur proportionnel-intégral-différentiateur (PID)194
5.4.5 - Réseaux correcteur passifs197
5.4.5.1 - Réseau correcteur à avance de phase ..198
5.4.5.2 - Réseau correcteur à retard de phase ..202
5.4.5.3 - Réseau correcteur à retard et avance de phase205
5.5 - Correction des systèmes asservis210
5.5.1 - Correction par chaîne de réaction210
5.5.2 - Correction en cascade212
5.5.2.1 - Correction du facteur de gain212
5.5.2.2 - Correction par avance de phase212
5.5.2.3 - Correction par retard de phase215

- Abaque de Nichols217
- Références bibliographiques218

La mesure est l'action fondamentale pour assurer le réglage, le contrôle ou la protection automatique.

Le capteur qui assure la fonction de la mesure est l'un des principaux éléments dans les systèmes automatiques.

En effet, le capteur est directement appliqué à la grandeur à régler, à contrôler ou à protéger. Son rôle consiste à capter et à transformer la grandeur physique à mesurer en un signal plus commode à traiter, le plus souvent de nature électrique (charge, tension ou courant).

En fonction de la grandeur physique, il est possible de distinguer les capteurs de déplacement mécanique, angulaire, les capteurs de vitesse, de température, de débit, de niveau, etc ...

La caractéristique d'un capteur est une relation fonctionnelle entre le signal appliqué à l'entrée (objet de la mesure) ou mesuranda et la réponse correspondante à la sortie signal.

5.4.4 - Réseaux correcteurs actifs185

5.4.4.1 - Régulateur proportionnel (P).....188

5.4.4.2 - Régulateur intégral (I)188

5.4.4.3 - Régulateur différentiateur (D).....190

5.4.4.4 - Régulateur proportionnel-intégral (PI).....191

5.4.4.5 - Régulateur proportionnel-dérivateur (PD).....193

5.4.4.6 - Régulateur proportionnel-intégral-différentiateur (PID)194

5.4.5 - Réseaux correcteur passifs.....197

5.4.5.1 - Réseau correcteur à avance de phase ..198

5.4.5.2 - Réseau correcteur à retard de phase ..202

5.4.5.3 - Réseau correcteur à retard et avance de phase205

5.5 - Correction des systèmes asservis210

5.5.1 - Correction par chaîne de réaction210

5.5.2 - Correction en cascade212

5.5.2.1 - Correction du facteur de gain212

5.5.2.2 - Correction par avance de phase212

5.5.2.3 - Correction par retard de phase215

- Abaque de Nichols217

- Références bibliographiques218

La mesure est l'action fondamentale pour assurer le réglage, le contrôle ou la protection automatique.

Le capteur qui assure la fonction de la mesure, est l'un des principaux éléments dans les systèmes automatiques.

En effet, le capteur est directement appliqué à la grandeur à régler, à contrôler ou à protéger. Son rôle consiste à capter et à transformer la grandeur physique à mesurer en un signal plus commode à traiter, le plus souvent de nature électrique (charge, tension ou courant).

La fonction de la grandeur physique, il est possible de distinguer les capteurs de déplacement, mécanique, angulaire, les capteurs de vitesses, de température, de débit, de niveau, etc ...

La caractéristique d'un capteur est une relation fonctionnelle entre le signal appliqué à l'entrée (objet de la mesure) ou mesurande et la réponse correspondante à la sortie (fig 1.1).