

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre I. Introduction : systèmes linéaires.

1.1. Généralités sur les systèmes	1
1.2. Systèmes linéaires	2
1.2.1. Définition	2
1.2.2. Propriété des systèmes linéaires : principe de superposition ..	2
1.2.3. Limites de validité de l'hypothèse de linéarité	2
1.3. Systèmes continus	3
1.4. Nature des signaux d'entrée et de sortie	3

Chapitre II. Méthodes d'analyse des systèmes linéaires à une variable.

2.1. Calcul de la réponse d'un système linéaire à une entrée quelconque. Notions de fonction de transfert et de schéma fonctionnel	4
2.1.1. Fonction de transfert et schéma fonctionnel d'un système linéaire	4
2.1.2. Réponse temporelle d'un système linéaire	9
2.2. Analyse des systèmes linéaires	10
2.2.1. Analyse transitoire	11
2.2.2. Analyse harmonique	13
2.2.3. Identité entre analyse transitoire et analyse harmonique	14
2.2.4. Exemples de réponses transitoires et de réponses harmoniques	14

Chapitre III. Généralités sur les systèmes asservis linéaires.

3.1. Notions sur les systèmes de commande asservis	21
3.1.1. Commande de vitesse	21
3.1.2. Commande de position	23
3.1.3. Schémas fonctionnels de systèmes asservis	24
3.1.4. Eléments fondamentaux des systèmes asservis	25
3.2. Fonctions de transfert utilisées dans l'étude des systèmes asservis	28
3.2.1. Fonction de transfert d'un système asservi	29
3.2.2. Fonction de transfert en boucle ouverte d'un système asservi.	30
3.2.3. Relation fondamentale entre la fonction de transfert d'un système asservi et sa fonction de transfert en boucle ouverte ..	31
3.2.4. Forme générale des fonctions de transfert d'un système asservi	33
3.3. Analyse de l'influence de la réaction	35
3.3.1. Système de commande en chaîne ouverte	35
3.3.2. Système de commande en chaîne fermée	36

Chapitre IV. Diagrammes et abaques.

4.1. Diagrammes de Bode	39
4.1.1. Terme $K.(j\omega)^z$	40
4.1.2. Terme $(1 + j\omega\tau)^b$	42
4.1.3. Terme $(1 - \omega^2/\omega_n^2 + j 2 \zeta\omega/\omega_n)^7$	44
4.1.4. Terme $e^{-j\omega\tau}$	47
4.1.5. Relation entre les diagrammes d'amplitude et de phase	47
4.2. Diagrammes et abaque de Black	49
4.2.1. Définition du diagramme de Black	49
4.2.2. Construction et allure des diagrammes de Black	49
4.2.3. Abaque de Black	50
4.3. Diagrammes de Nyquist et abaque de Hall	52
4.3.1. Définition du diagramme de Nyquist	52
4.3.2. Construction et allure des diagrammes de Nyquist	53
4.4. Allure du diagramme d'amplitude d'un système asservi. Notions de facteur de résonance et de bande passante	54
4.4.1. Facteur de résonance	55
4.4.2. Bande passante	55
4.4.3. Déterminations du facteur de résonance et de la bande passante	55

Chapitre V. Stabilité.

5.1. Conditions de stabilité	57
5.2. Critère du revers	58
5.2.1. Critère du revers dans le plan de Nyquist	58
5.2.2. Critère du revers dans le plan de Black	58
5.2.3. Critère du revers dans le plan de Bode	59
5.3. Critères d'application générale	60
5.3.1. Critère de Routh	60
5.3.2. Critère de Nyquist	61
5.4. Degré de stabilité	64
5.4.1. Degré de stabilité d'un système du second ordre	64
5.4.2. Degré de stabilité d'un système d'ordre quelconque	65
5.4.3. Approximation dans le plan de Bode du facteur de résonance. Déphasage et gain marginaux	65

Chapitre VI. Précision.

6.1. Généralités	68
6.1.1. Définitions	68
6.1.2. Précision dynamique et précision statique	69
6.1.3. Expression générale de la transformée de Laplace de l'écart d'un système asservi soumis à une entrée principale et à une perturbation	70
6.2. Précision dynamique	71
6.2.1. Précision dynamique d'un système du premier ordre à retour unitaire	72

6.2.2.	Précision dynamique d'un système du second ordre à retour unitaire	74
6.2.3.	Précision dynamique d'un système d'ordre quelconque...	78
6.3.	Précision statique	79
6.3.1.	Définition des erreurs stationnaires	79
6.3.2.	Expressions des erreurs stationnaires relatives à une entrée principale	80
6.3.3.	Expressions des erreurs stationnaires relatives à une perturbation	81
6.4.	Critères de performances	82
6.4.1.	Critère de l'intégrale du carré de l'écart (Hall-Sartorius)....	82
6.4.2.	Critère de l'intégrale de la valeur absolue de l'écart	83
6.4.3.	Critère I. T. A. E. (« Integral of Time multiplied Absolute value of Error »)	83

Chapitre VII. Correction.

7.1.	Correcteurs spécifiques	85
7.1.1.	Principe	85
7.1.2.	Contraintes	86
7.1.3.	Exemple	90
7.1.4.	Cas d'un système dont la fonction de transfert possède un retard pur	91
7.2.	Correcteurs classiques	92
7.2.1.	Définitions des actions proportionnelle, intégrale et dérivée ..	92
7.2.2.	Action proportionnelle et dérivée	93
7.2.3.	Forme approchée de l'action PD : correcteur à avance de phase	95
7.2.4.	Action proportionnelle et intégrale	98
7.2.5.	Forme approchée de l'action PI : correcteur à retard de phase	100
7.2.6.	Action proportionnelle, intégrale et différentielle	102
7.2.7.	Forme approchée de l'action PID : correcteur retard-avance ..	104
7.2.8.	Conclusion	105
7.3.	Détermination des paramètres d'un correcteur classique	105
7.3.1.	Détermination des paramètres d'un correcteur à actions PD, PI, PID et à retard de phase	106
7.3.2.	Détermination d'un correcteur à avance de phase et d'un correcteur retard-avance	108
7.4.	Réalisation des correcteurs	110
7.4.1.	Correcteurs en cascade	112
7.4.2.	Correcteurs en réaction	113

Chapitre VIII. Etude d'un système asservi linéaire par la méthode du lieu d'Evans.

8.1.	Critères de performances dans le plan de Laplace	114
8.1.1.	Stabilité	114
8.1.2.	Précision dynamique et degré de stabilité	114

8.2.	Lieu d'Evans	117
8.2.1.	Configuration pôles-zéros de la fonction de transfert $F(p)$ d'un système asservi linéaire : lieu d'Evans	117
8.2.2.	Propriétés et allure du lieu d'Evans. Exemples	121
8.2.3.	Construction graphique des lieux d'Evans	127
8.3.	Correction dans le plan de Laplace	127
8.3.1.	Correcteur à avance de phase	128
8.3.2.	Correcteur à retard de phase	129
8.3.3.	Correcteur retard-avance	131

Exercices et problèmes résolus

Exercices :

• Calcul de la fonction de transfert de systèmes physiques linéaires. Construction de schémas fonctionnels	133
• Généralités sur les systèmes asservis linéaires	137
• Diagrammes et abaque	140
• Stabilité	144
• Etude d'un système linéaire par la méthode du lieu d'Evans	152

Problèmes :

• P1 : Asservissement de position	158
• P2 : Multiplieur	161
• P3 : Asservissement de niveau	166
• P4 : Asservissement de température	170
• P5	176

Références et bibliographie	183
-----------------------------------	-----