

2-621-280-1

2-621-280-1

COMPLÉMENT AU TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ

Régulation automatique Systèmes analogiques

Louis Maret



PRESSES POLYTECHNIQUES ROMANDES

Table des matières

INTRODUCTION.....	V
CHAPITRE 1 SIGNAUX ET SYSTEMES	
1.1 Généralités.....	1
1.2 Notion de signal.....	1
1.3 Notion de système.....	4
1.4 Système linéaire.....	9
1.5 Notion de commande.....	12
1.6 Commande à asservissement.....	15
1.7 Conclusion.....	16
1.8 Exercices.....	16
CHAPITRE 2 MODELISATION MATHEMATIQUE DES SYSTEMES	
2.1 Introduction.....	19
2.2 Régime transitoire et régime permanent.....	19
2.3 Transformation de Laplace.....	23
2.4 Lois physiques fondamentales.....	28
2.5 Mise en équations quasi systématique.....	29
2.6 Représentation des systèmes.....	34
2.7 Transmittances.....	39
2.8 Conclusion.....	43
2.9 Exercices.....	43
CHAPITRE 3 SCHEMA FONCTIONNEL ET GRAPHE DE FLUENCE	
3.1 Introduction.....	45
3.2 Représentation par schéma fonctionnel.....	45
3.3 Exemple : schéma fonctionnel d'une régulation de vitesse.....	50
3.4 Représentation par graphe de fluence.....	53
3.5 Conclusion.....	60
3.6 Exercices.....	60
CHAPITRE 4 REGULATION AUTOMATIQUE	
4.1 Introduction.....	63
4.2 Equipement de régulation.....	63
4.3 Système réglé.....	64
4.4 Chaîne d'action et chaîne de réaction.....	64
4.5 Modes de régulation automatique.....	66
4.6 Equation caractéristique.....	75
4.7 Système asservi.....	75
4.8 Performances.....	77
4.9 Régulateurs classiques	79
4.10 Classification des systèmes asservis.....	83
4.11 Conclusion.....	84

4.12	Exercices.....	85
------	----------------	----

CHAPITRE 5 ANALYSE TEMPORELLE

5.1	Introduction.....	87
5.2	Réponse temporelle.....	87
5.3	Réponse déterministe.....	88
5.4	Stabilité.....	93
5.5	Condition fondamentale de stabilité.....	97
5.6	Rapidité.....	104
5.7	Précision.....	107
5.8	Dilemme stabilité-précision.....	114
5.9	Qualité de la régulation automatique.....	116
5.10	Systèmes dynamiques linéaires fondamentaux.....	122
5.11	Systèmes à pôles dominants.....	131
5.12	Systèmes non fondamentaux du premier degré.....	133
5.13	Simulation analogique.....	134
5.14	Conclusion.....	135
5.15	Exercices.....	135

CHAPITRE 6 ANALYSE FREQUENTIELLE

6.1	Introduction.....	139
6.2	Réponse harmonique.....	139
6.3	Lieux de transfert d'un système dynamique linéaire.....	145
6.4	Lieu de Nyquist.....	145
6.5	Lieu de Black.....	147
6.6	Lieux de Bode.....	149
6.7	Diagrammes asymptotiques.....	151
6.8	Systèmes fondamentaux.....	154
6.9	Systèmes non réguliers et systèmes réguliers.....	160
6.10	Lieux de transfert en boucle fermée des systèmes asservis.....	163
6.11	Etude de la stabilité à partir des lieux de transfert en boucle ouverte.....	169
6.12	Systèmes pour lesquels G_o n'a pas de pôle positif.....	173
6.13	Critère du revers dans les plans de Black et de Bode.....	176
6.14	Performances d'un système asservi.....	176
6.15	Dilemme stabilité-précision.....	178
6.16	Exemple : analyse fréquentielle complète.....	180
6.17	Exemple : analyse fréquentielle complète pour un système comportant un temps mort.....	183
6.18	Conclusion.....	184
6.19	Exercices.....	185

CHAPITRE 7 ANALYSE DANS LE PLAN COMPLEXE

7.1	Introduction.....	187
7.2	Transmittances isomorphes.....	187
7.3	Lieu d'Evans.....	190
7.4	Stabilité absolue et stabilité relative.....	193
7.5	Condition des modules et condition des angles.....	195
7.6	Tracé du lieu d'Evans.....	196
7.7	Réponse harmonique.....	202
7.8	Réponse pour un système à retour unitaire.....	203
7.9	Configurations typiques de pôles et de zéros.....	206
7.10	Performances.....	206
7.11	Exemple d'un lieu d'Evans.....	209

	7.12	Système avec temps mort.....	211
	7.13	Conclusion.....	216
	7.14	Exercices.....	216
CHAPITRE 8	REGULATEURS		
	8.1	Introduction.....	219
	8.2	Correction série.....	219
	8.3	Correction parallèle.....	220
	8.4	Correction anticipatrice.....	221
	8.5	Correction combinée.....	224
	8.6	Types d'actions des correcteurs en série.....	224
	8.7	Types d'actions des correcteurs en parallèle.....	230
	8.8	Sensibilité.....	233
	8.9	Conclusion.....	240
	8.10	Exercices.....	240
CHAPITRE 9	SYNTHESE FREQUENTIELLE		
	9.1	Introduction.....	243
	9.2	Cahier des charges.....	243
	9.3	Schéma fonctionnel.....	244
	9.4	Correction stabilisatrice idéale.....	245
	9.5	Modes de correction par action pure.....	246
	9.6	Modes de correction par action approchée.....	262
	9.7	Correction d'un système à boucle secondaire.....	280
	9.8	Conclusion.....	281
	9.9	Exercices.....	281
CHAPITRE 10	SYNTHESE DANS LE PLAN COMPLEXE		
	10.1	Introduction.....	285
	10.2	Cahier des charges.....	285
	10.3	Schéma fonctionnel et transmittances.....	286
	10.4	Influence des pôles et des zéros additionnels.....	286
	10.5	Systèmes à pôles dominants.....	288
	10.6	Modes de correction par action pure.....	289
	10.7	Modes de correction par action approchée.....	301
	10.8	Correction par compensation.....	314
	10.9	Conclusion.....	315
	10.10	Exercices.....	316
CHAPITRE 11	METHODES EMPIRIQUES DE SYNTHESE		
	11.1	Généralités.....	319
	11.2	Méthode de Ziegler-Nichols.....	319
	11.3	Méthode de Chien-Hrones-Reswick.....	322
	11.4	Adaptation du correcteur à partir des diagrammes de Bode.....	323
	11.5	Exemple : méthode de Ziegler-Nichols.....	326
	11.6	Conclusion.....	327
	11.7	Exercices.....	328
CHAPITRE 12	SYSTEMES A NON-LINEARITES STATIQUES		
	12.1	Introduction.....	329
	12.2	Non-linéarités usuelles.....	329
	12.3	Système asservi à un seul élément non linéaire.....	332

12.4	Conclusion.....	334
12.5	Exercices.....	335
CHAPITRE 13 REPRESENTATION DES NON-LINEARITES		
13.1	Généralités.....	337
13.2	Fonction de transfert.....	337
13.3	Lieu critique.....	339
13.4	Fonction d'amplitude d'éléments sans hystérèse.....	340
13.5	Fonctions de transfert d'éléments avec hystérèse.....	350
13.6	Méthode des variations de faible amplitude.....	358
13.7	Conclusion.....	361
13.8	Exercices.....	361
CHAPITRE 14 PERFORMANCES DES SYSTEMES NON LINEAIRES		
14.1	Généralités.....	363
14.2	Etude de la stabilité par le critère de Routh.....	363
14.3	Etude de la stabilité par le critère de Nyquist.....	364
14.4	Etude de quelques cas.....	367
14.5	Degré de stabilité.....	369
14.6	Précision des systèmes non linéaires.....	370
14.7	Synthèse des systèmes non linéaires.....	371
14.8	Conclusion.....	371
14.9	Exercices.....	372
CHAPITRE 15 ANNEXES		
15.1	Transformées de Laplace.....	373
15.2	Tableau comparatif de quelques lois physiques fondamentales.....	373
15.3	Constantes dans les machines électriques.....	379
15.4	Conditions initiales.....	379
15.5	Régime libre et régime forcé.....	380
15.6	Systèmes physiquement réalisables.....	381
15.7	Ecart de régulation et statisme.....	382
15.8	Coefficients de l'équation caractéristique.....	383
15.9	Abaque de Nichols et "chablon" à 2,3 dB.....	384
15.10	Durée de réglage d'un système d'ordre 2.....	384
15.11	Effet d'un couple pôle-zéro dans le plan complexe.....	384
15.12	Propriétés du lieu des pôles (Evans).....	387
15.13	Propriétés (règles) d'Evans n° 5 et n° 6.....	387
15.14	Correcteur PD.....	389
15.15	Transmittance du correcteur PID.....	390
15.16	Concept de stabilité.....	392
15.17	Critère de Nyquist généralisé.....	392
15.18	Energie de réglage.....	393
SOLUTIONS DES EXERCICES.....		395
BIBLIOGRAPHIE.....		405
INDEX ANALYTIQUE.....		409
GLOSSAIRE.....		415