

A.OURMAEV

ÉLÉMENTS DE SIMULATION
SUR CALCULATEURS
ANALOGIQUES



A. OURMAEV



**ÉLÉMENTS
DE SIMULATION
SUR CALCULATEURS
ANALOGIQUES**



2-004-428-1

ÉDITIONS MIR • MOSCOU

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos du rédacteur	9
Avant-propos de l'auteur	11
Introduction	13
Chapitre premier. MACHINES ANALOGIQUES ET SIMULATION . . .	15
§ 1. Introduction	15
§ 2. Deux types de calculateurs analogiques	16
§ 3. Questions	20
Chapitre 2. CALCULATEURS ANALOGIQUES MODULAIRES . . .	21
§ 1. Composition et destination des organes des calculateurs analogiques	21
§ 2. L'amplificateur opérationnel (AO)	24
§ 3. Sommateur	27
§ 4. Intégrateurs	31
§ 5. Exemples de description mathématique de schémas fonctionnels comportant des opérateurs linéaires	36
§ 6. Bloc (circuit) de commande préprogrammée	42
§ 7. Générateurs de fonctions non linéaires	45
§ 8. Multiplieurs	46
§ 9. Inversion des fonctions, division et extraction d'une racine carrée	47
§ 10. Quelques opérateurs à diodes	50
§ 11. Dérivateurs	55
§ 12. Exercices et questions	55
Chapitre 3. PRÉCISION DES CALCULATEURS	60
§ 1. Sources d'erreurs introduites par les calculateurs	60
§ 2. Erreurs liées aux opérateurs	63
§ 3. Facteur de qualité	69
§ 4. Questions et exercices	69
Chapitre 4. PROBLÈMES GÉNÉRAUX DE LA PROGRAMMATION DES CALCULATEURS ANALOGIQUES	71
§ 1. Langage et étapes de la programmation	71
§ 2. Choix de l'échelle des variables dépendantes	80
§ 3. Choix de l'échelle de la variable indépendante	89
§ 4. Questions et exercices	90

Chapitre 5. RÉOLUTION DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES ORDINAIRES SUR MACHINE	92
§ 1. Performances du calculateur analogique	92
§ 2. Stabilité des solutions d'équations différentielles	94
§ 3. Méthode générale de programmation des calculateurs analogiques pour équations différentielles résolues par rapport à la dérivée supérieure	100
§ 4. Programmation des calculateurs analogiques pour équations non résolues par rapport à la dérivée supérieure	105
§ 5. Programmation des calculateurs analogiques pour équations renfermant des dérivées au second membre	110
§ 6. Sensibilité des solutions à la variation des paramètres	113
§ 7. Représentation des solutions d'équations différentielles	115
§ 8. Choix de l'échelle des variables dépendantes par la méthode des problèmes d'échelle. Exemple	117
§ 9. Questions et exercices	122
Chapitre 6. RÉDUCTION DES PROBLÈMES AUX LIMITES À UN PROBLÈME DE CAUCHY	128
§ 1. Problèmes aux limites	128
§ 2. Méthodes des essais	129
§ 3. Problèmes aux limites linéaires (méthode des combinaisons)	131
§ 4. Questions	133
Chapitre 7. RÉOLUTION D'ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES AUX DÉRIVÉES PARTIELLES SUR MACHINE	134
§ 1. Equations aux dérivées partielles	134
§ 2. Expression des dérivées au moyen des valeurs de la fonction	136
§ 3. Approximation d'une équation aux dérivées partielles par un système d'équations différentielles ordinaires	141
§ 4. Exemple de programmation des calculateurs analogiques pour l'étude de la distribution non stationnaire de la température	143
§ 5. Interpolation en cours de résolution des équations aux dérivées partielles	145
§ 6. Exercices	147
Chapitre 8. GÉNÉRATION ET ÉTUDE SUR MACHINE DE FONCTIONS DONNÉES D'UNE VARIABLE INDÉPENDANTE	149
§ 1. Problèmes relatifs à la génération des fonctions	149
§ 2. Génération de fonctions multidifférentiables données analytiquement	149
§ 3. Génération de fonctions données tabulairement, graphiquement ou par une expression analytique compliquée	157
§ 4. Génération de fonctions discontinues et polygonales	159
§ 5. Exemple de composition d'un programme complet pour la génération d'une fonction donnée	167
§ 6. Etude de fonctions données sur machine	170
§ 7. Exercices	175
Chapitre 9. ÉLÉMENTS DE LOGIQUE CONTINUE	179
§ 1. Algèbre booléenne du choix	179
§ 2. Opérateurs d'affectation conditionnels et leur réalisation sur machine	184

§ 3. Quelques applications de l'algèbre booléenne du choix	188
§ 4. Exercices	194
Chapitre 10. RÉOLUTION DE PROBLÈMES PAR LA MÉTHODE DU GRADIENT	196
§ 1. Equations différentielles de plus rapide pente	196
§ 2. Méthode des fonctions implicites	203
§ 3. Résolution de systèmes d'équations	210
§ 4. Détermination des extrémums liés de fonctionnelles	219
§ 5. Exercices	228
Chapitre 11. CINÉTIQUE DES RÉACTIONS ISOTHERMES HOMOGENES NES	230
§ 1. Réactions du premier ordre	230
§ 2. Réactions complexes	233
§ 3. Contrôle de la machine. Choix des échelles	236
§ 4. Exercices	239
Chapitre 12. RÉOLUTION ET ÉTUDE DES JEUX DE DIMENSIONS $2 \times m$	241
§ 1. Notions fondamentales de la théorie des jeux	241
§ 2. Jeux de dimensions $2 \times m$ et leur résolution sur machine	244
§ 3. Exercices	249
Chapitre 13. RÉOLUTION DES PROBLÈMES DE PROGRAMMA- TION LINÉAIRE	250
§ 1. Position des problèmes de programmation linéaire	250
§ 2. Méthodes du gradient	251
§ 3. Exemple	252
§ 4. Exercices	255
Annexe. DESCRIPTION SOMMAIRE DU CALCULATEUR ANALOGI- QUE MH-7	257
Bibliographie	269
Index alphabétique des matières	270