

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1

Introduction et définitions

	Pages
1.1 <i>But de cet ouvrage</i>	1
1.2. <i>Place et rôle des calculateurs</i>	2
1.2.1 Cybernétique, recherche opérationnelle, automatique.....	2
1.2.2. L'automatique	3
1.3. <i>Essai de classification des besoins</i>	5
1.3.1. Premières définitions relatives aux calculateurs	5
1.3.2. Les mathématiques de l'ingénieur	7
1.3.3. Signaux physiques	9
1.4. <i>Différents types de problèmes</i>	11
1.4.1 Problèmes de type comptable	11
1.4.2. Problèmes algébriques comportant un choix	12
1.4.3. Problèmes d'analyse mathématique	15
1.4.4. Problèmes de logique.....	18
1.4.5. Problèmes d'automatisation	20
1.4.6. Exemples de problèmes ; moyens de résolution	21
1.5. <i>Différents types de machines</i>	23
1.5.1. Machines analogiques mécaniques	23
1.5.2. Machines analogiques mécano-électriques	32
1.5.3. Machines analogiques à courant porteur (type Analac)	34
1.5.4. Machines analogiques électroniques (type S.E.A. ; Derveaux ; S.A.C.M. etc...)	34
1.5.5. Cuves rhéographiques	35
1.5.6. Réseaux à résistances	36
1.5.7. Machines arithmétiques mécaniques	36
1.5.8. Machines arithmétiques électroniques	36
1.5.9. Autres machines ; machines mixtes	37
1.6. <i>Terminologie</i>	37

CHAPITRE 2

Machines analogiques mécano-électriques

2.1. <i>Généralités et organe fondamental</i>	43
2.2. <i>Organisation du calcul</i>	45
2.2.1. Utilisation de l'intégrateur inversé	45
2.2.2. Multiplication par des constantes	45
2.2.3. Multiplication	45
2.2.4. Multiplication suivie d'intégration	46
2.2.5. Réalisation des termes SIM et COS	46
2.2.6. Signification du signe « égal »	47
2.2.7. Principales causes d'erreur	48

2.3.	<i>Exemple de problème</i>	48
2.4.	<i>Possibilités offertes et principales machines</i>	50
2.5.	<i>Conclusion</i>	53

CHAPITRE 3

Machines analogiques à courant porteur

3.1.	<i>Propriétés fondamentales</i>	54
3.2.	<i>Cellule de base</i>	55
3.2.1.	Principe	55
3.2.2.	La cellule de base théorique	56
3.2.3.	La cellule de base réelle	58
3.3.	<i>Multiplication par un facteur fixe et addition pondérée (opérateur linéaire)</i>	59
3.4.	<i>Multiplication par un facteur variable (ou division)</i>	60
3.4.1.	Cellule à coefficient de transfert variable	60
3.4.2.	Réalisation des inductances variables	62
3.4.3.	Dispositif d'entraînement des noyaux des inductances	62
3.5.	<i>Intégration (Dérivation)</i>	63
3.6.	<i>Réversibilité des chaînes de calcul ; conséquences</i>	64
3.6.1.	Remarque	64
3.6.2.	Multiplieur	64
3.6.3.	Additionneur pondéré	65
3.7.	<i>Résolution d'un système d'équations</i>	65
3.7.1.	Système de deux équations linéaires du premier degré	65
3.7.2.	Équation du second degré	66
3.7.3.	Résolution des systèmes comportant plus d'équations que d'inconnues	68
3.8.	<i>Calculateur de type A 110</i>	69
3.8.1.	Description générale	69
3.8.2.	Caractéristiques techniques	70
3.8.3.	Exemple de problème	72
3.9.	<i>Calculateur spécialisé</i>	72
3.9.1.	Principe	72
3.9.2.	Procédés utilisés	72
3.9.3.	Équations à résoudre	73
3.9.4.	Dispositifs de visualisation	76

CHAPITRE 4

Machines analogiques électroniques

4.1	<i>Généralités</i>	77
4.2.	<i>Organe fondamental</i>	78
4.2.1.	Principe	78
4.2.2.	Changement de signe	79
4.2.3.	Multiplication par une constante a	79
4.2.4.	Intégration par rapport au temps	80
4.2.5.	Amplificateur à vibreur	82
4.2.6.	Addition	85
4.2.7.	Dérivation par rapport au temps	86
4.3.	<i>Multiplication par une grandeur variable</i>	87
4.4.	<i>Génération de fonctions</i>	89
4.5.	<i>Multiplieur rapide</i>	92
4.6.	<i>Utilisation des machines</i>	94
4.6.1.	Organisation du calcul	94

TABLE DES MATIÈRES

IX

4.6.2.	Limitation des machines	94
4.6.3.	Exemple de problème. Résolution d'un système de deux équations	96
4.6.4.	Exemples de problèmes résolus par ces machines	97
4.6.5.	Technologie de la machine	99
4.6.6.	Description d'une machine	100
4.7.	<i>Machines répétitives</i>	103

CHAPITRE 5

Cuves rhéographiques. Réseaux à résistances

5.1.	Analogies hydro-électriques	105
5.2.	Problème-type	108
5.3.	Application aux profils d'aide	109
5.4.	Autres applications	109
5.5.	Réalisations	110
5.6.	Analogies par réseau à résistances	112
5.7.	Réalisation de l'analogie	113
5.8.	Conclusion sur ce type d'analogie	114

CHAPITRE 6

Principe des machines à calculer arithmétiques

6.1.	Introduction : Problèmes numériques	117
6.11	Introduction	117
6.12.	Plan d'études des machines arithmétiques. Conventions	118
6.2.	Exemples-types de problèmes traités par machine arithmétiques	119
6.21.	Introduction	119
6.22.	Problèmes à caractère répétitif	119
6.23.	Problèmes comportant des choix	121
6.24.	Étude de la rentabilité d'un anion sur une ligne	122
6.25.	Exemple de problème en temps réel	129
6.3.	Schéma logique d'une machine	130
6.31.	Notion de programme	130
6.32.	La notion de temps dans une machine à calculer	131
6.33.	Les mémoires	134
6.34.	L'organe de calcul	136
6.35.	L'organe de commande (organe d'interprétation)	138
6.36.	Organes d'entrée et de sortie (liaison avec l'extérieur)	141
6.37.	Schéma logique d'une machine	142
6.4.	Transmission et sortie de l'information numérique	143
6.41.	Transfert parallèle, transfert série	143
6.42.	Passage d'un système de numération à l'autre ; lignes à retard	144
6.5.	Traitement de l'information numérique	146
6.51.	Les transferts	146
6.52.	Les opérations arithmétiques à effectuer	147
6.53.	Opérations de comparaison	148
6.54.	Opérations itératives	150
6.55.	Organigramme des calculs	150

CHAPITRE 7

**Représentation des grandeurs
en vue de leur traitement arithmétique**

7.1.	<i>Représentation numérique des grandeurs physiques</i>	152
7.11.	Grandeurs continues, discontinues, discrètes	152
7.12.	Numération binaire pure	153
7.13.	Numération décimale codée binaire (binaire de position)	159
7.14.	Code 1.2.4.8.	160
7.15.	Code octal (code 1.2.4.)	161
7.16.	Autres systèmes (code biquinaire ; code télé-imprimeur, etc...)	162
7.17.	Position de la virgule	163
7.18.	Représentation des nombres négatifs	164
7.19.	Remarques d'ordre général	167
7.2.	<i>Conversion binaire-décimale</i>	168
7.21.	Conversion décimale binaire	168
7.22.	Conversion binaire décimale	169
7.3.	<i>Méthodes numériques pour la résolution d'équations différentielles</i>	170
7.31.	Problèmes	170
7.32.	Propriétés générales de la solution du problème	171
7.33.	Étude de l'erreur	172
7.34.	Méthodes à pas liés	174
7.35.	Cas des systèmes et des équations d'ordre supérieur	176
7.4.	<i>Algèbre de Boole</i>	177
7.41.	Intérêt et difficultés	177
7.42.	Fonctions élémentaires de base	178
7.43.	Fonctions annexes	179
7.44.	Principales relations et identités Booléennes	180
7.45.	Représentation d'une logique	183
7.46.	Application : repère d'une position	184
7.47.	Additionneur binaire parallèle à relais	188

CHAPITRE 8

La programmation

8.1.	<i>Définition et exemple de base</i>	193
8.11.	Introduction	193
8.12.	Exemple de base	194
8.13.	Ruptures de séquences	199
8.14.	Opérations itératives	203
8.2.	<i>Détail d'une instruction</i>	205
8.21.	Fonction ordre ou code opératoire	205
8.22.	Instructions à simple adresse	206
8.23.	Instructions à plusieurs adresses	207
8.3.	<i>Interprétation d'une instruction</i>	210
8.31.	Schéma logique	210
8.32.	Actions attachées aux instructions	212
8.4.	<i>Exemples de programmes</i>	215
8.41.	Classement de nombres	215
8.42.	Calcul d'un sinus par sous-programme	219
8.43.	Exemple de programme en langage machine	221
8.5.	<i>Programmation symbolique</i>	226
8.51.	Difficultés de la programmation en langage machine	226
8.52.	Exemple de programme symbolique	227
8.53.	Langages symboliques universels	231
8.6.	<i>Conclusions</i>	236

CHAPITRE 9

Circuits fonctionnels fondamentaux

9.1.	<i>Circuits à base de basculeurs électroniques</i>	237
9.11.	Horloge	237
9.12.	Basculeurs	239
9.13.	Registres élémentaires	244
9.14.	Registres à décalage	244
9.15.	Compteurs (Totalisateur binaire)	246
9.16.	Totalisateurs algébriques (compteurs bidirectionnels)	248
9.17.	Compteurs en anneaux	250
9.18.	Compteur ordinal	250
9.2.	<i>Circuits à base de tores magnétiques</i>	251
9.21.	Tores magnétiques	251
9.22.	Registres élémentaires	254
9.23.	Registres à décalages	255
9.24.	Compteurs en chaîne et en anneaux	256
9.25.	Lignes à retard quantifiées	257
9.26.	Mémoires circulantes	257
9.27.	Registres à signaux de décalages entrelacés	258
9.28.	Mémoires magnétiques statiques	258
9.3.	<i>Circuits logiques élémentaires</i>	259
9.31.	Définitions	259
9.32.	Circuits de complémentarité	260
9.33.	Circuits de coïncidence « et » ou « Porte »	261
9.34.	Circuit « ou » inclusif	262
9.35.	Circuits à transistors « ni »	263
9.4.	<i>Mémoires</i>	264
9.41.	Tambour magnétique ; disques magnétiques	264
9.42.	Mémoires à support mécanique	269
9.43.	Mémoires rapides électroniques	270
9.44.	Mémoires rapides magnétiques	272
9.45.	Mémoires à bandes magnétiques	276
9.46.	Conclusions sur les mémoires	276
9.5.	<i>Décodeurs sélecteurs</i>	277
9.51.	Principe	277
9.52.	Sélecteur matriciel	278
9.53.	Sélecteur pyramidal	280
9.54.	Sélecteur minimal	282
9.55.	Sélecteur à tores	285
9.56.	Ensemble mémoire sélecteur à tores	287
9.57.	Progresseur cyclique transfert série de mots	288
9.6.	<i>Lignes à retard. Régénérateur</i>	290
9.61.	Lignes à retard	290
9.62.	Régénérateurs	290
9.7.	<i>Miniaturisation</i>	292
9.71.	Organes actifs miniaturisés	292
9.72.	Mémoires magnétiques à couche mince	296
9.8.	<i>Conclusion. Schéma fil à fil d'une machine</i>	297

CHAPITRE 10

Organe de calcul. Principe et réalisation

10.1.	<i>Additionneurs</i>	301
10.11.	Définitions	301
10.12.	Additionneur série-série : additeur	302
10.13.	Additionneur à matrice	306
10.14.	Totalisateurs	309
10.2.	<i>Multiplieurs</i>	312
10.21.	Principe des multiplieurs	312
10.22.	Multiplieur série-série	315
10.23.	Multiplieur série-parallèle	317
10.3.	<i>Extracteur de racines carrées</i>	319
10.31.	Principales caractéristiques	319
10.32.	Principe	319
10.33.	Description générale	322

CHAPITRE 11

Performances et exploitation des machines

11.1.	<i>Rentabilité d'une machine</i>	323
11.11.	Taille d'une machine	323
11.12.	Programmation ; temps de calcul effectif	325
11.2.	<i>Notes sur l'exploitation des machines</i>	326
11.3.	<i>Machine Bull Gamma 60</i>	327
11.31.	Définition et structure organique générale	327
11.32.	L'unité centrale	329
11.33.	Les éléments	333
11.34.	La codification des informations dans le Gamma 60	335
11.35.	Le contrôle interne du Gamma 60	335
11.4.	<i>Ordinateur I.B.M. 7094</i>	337
11.41.	Généralités	337
11.42.	Programmes et données	338
11.43.	Unité centrale (7100 modèle 2)	338
11.44.	Pupitre	341
11.45.	Unité de mémoire	341
11.46.	Multiplieur (unité 7606)	341
11.47.	Les unités canal (7607 et 7909)	342
11.48.	Unités d'entrée et de sortie	343
11.49.	L'ordinateur périphérique 1401	346
11.5.	<i>Machine S.E.A. 3900</i>	347
11.51.	Caractéristiques de la calculatrice 3900 B	347
11.52.	Organisation logique	350
11.53.	Technologie	352
11.6.	<i>Machine S.E.T.I. P.B. 250</i>	354
11.61.	Conception générale	354
11.62.	Unité centrale	355
11.63.	Coordinateur de transfert CB 400	357
11.64.	Unités de bandes magnétiques	358
11.65.	Organes périphériques	358
11.66.	Acquisition et restitution de données analogiques	358
11.67.	Programmation	358
11.7.	<i>Machine C.A.E. R.W. 530</i>	359
11.71.	Caractéristiques générales de l'unité centrale RW 530	359
11.72.	Organes externes	359
11.73.	Organisation logique	360
11.74.	Programmation du système	363
11.75.	Technologie	363

CHAPITRE 12

**Problèmes particuliers dus au fonctionnement en chaîne
Importance des fonctions aléatoires en automatique**

12.1.	<i>Chaîne automatique</i>	367
12.11.	Définition	367
12.12.	Aides	369
12.13.	Retour sur les « machines en temps réel »	370
12.14.	Structure d'une chaîne automatique	371
12.2.	<i>Rappels concernant les fonctions aléatoires</i>	371
12.21.	Introduction	371
12.22.	Définition des fonctions aléatoires	372
12.23.	Moyennes temporelles du premier et du second ordre	374
12.24.	Corrélation (temporelle)	376
12.25.	Fonction de répartition des amplitudes ; définition <i>a priori</i> des F.A.	377
12.26.	Quelques propriétés de ces fonctions	382
12.3.	<i>Application à l'automatique</i>	387
12.31.	Quelques remarques générales	387
12.32.	Schéma général d'un automatisme	389
12.33.	Passage d'une grandeur continue à une grandeur discrète	391
12.34.	Optimisation des systèmes	394
12.4.	<i>Quelques exemples particuliers</i>	396
12.41.	Détection d'un signal dans un bruit	396
12.42.	Dérive d'un intégrateur	398
12.43.	Détecteur radioactif	400
12.5.	<i>Sécurité de fonctionnement</i>	409
12.51.	Conséquence d'une panne	409
12.52.	Maintenance préventive	411

CHAPITRE 13

Organes de couplage

13.1.	<i>Différents types de couplage</i>	412
13.2.	<i>Codes binaires cycliques</i>	415
13.21.	Définition	415
13.22.	Conversions binaire pur/binaire cyclique	417
13.23.	Formation des codes cycliques	419
13.24.	Codes à lever de doute	420
13.3.	<i>Couplage d'éléments analogiques</i>	420
13.31.	Couplage de quadripôles linéaires	420
13.32.	Impédance itérative ou caractéristique	422
13.33.	Application	423
13.34.	Amplificateur cathodique	424
13.4.	<i>Couplage analogique-arithmétique (codeurs)</i>	424
13.41.	Codeurs mécaniques	424
13.42.	Codeurs électroniques	428
13.43.	Codage par décodeur asservi	432
13.5.	<i>Couplage arithmétique analogique</i>	433
13.51.	Décodeur à relais	433
13.52.	Décodeur à transistors	435
13.53.	Décodeur à répétition	436
13.54.	Décodeurs-sélecteurs	437

CHAPITRE 14

Exemples de calcul de système

14.1.	<i>Exemples non détaillés de calculateurs liés à un système</i>	439
14.11.	Centrale thermique	439
14.12.	Contrôle du trafic aérien	442
14.13.	Automatisation d'un système ; définition	448
14.2.	<i>Détermination des caractéristiques des machines</i>	450
14.21.	Données	450
14.22.	Méthode	451
14.23.	Solution proposée	456
14.3.	<i>Problème du tri au but (gare de triage)</i>	462
14.31.	Introduction	462
14.32.	Exposé du problème	465
14.33.	Première solution (solution analogique) ; questions	469
14.34.	Solution analogique	470
14.35.	Deuxième solution (solution « fichier électronique ») ; questions	475
14.36.	Solution fichier électronique	477
14.37.	Problèmes annexes : questions	481
14.38.	Problèmes annexes : solutions	482

CHAPITRE 15

Automatismes à séquences et machines spécialisées

15.1.	<i>Automatismes à séquence</i>	488
15.11.	Introduction et définitions	488
15.12.	Remarques complémentaires sur l'établissement du schéma des phases	492
15.13.	L'établissement des équations booléennes	493
15.14.	Fonctions élémentaires fondamentales	495
15.15.	Exemple	498
15.16.	Comptage d'objets mobiles	501
15.2.	<i>Analyseurs différentiels arithmétiques</i>	503
15.21.	Brève comparaison des machines analogiques et arithmétiques	503
15.22.	Principe des A.D.A.	504
15.23.	Réalisation pratique de l'A.D.A.	507
15.24.	Domaine d'applications. Précision. Programmation	510
15.25.	Exemples de problèmes	511
15.26.	Autres types de machines. Conclusion	513
15.3.	<i>Simulateurs</i>	513
15.31.	Définitions et principaux types	513
15.32.	Simulateur de « Caravelle » S.E.A.	519
15.33.	Simulateur du Mirage III L.M.T.	526
15.4.	<i>Autres machines spécialisées</i>	532
15.41.	Intérêt des machines spécialisées	532
15.42.	Exemples de machines analogiques spécialisées	532
15.43.	Exemples de machines arithmétiques spécialisées	540
15.5.	<i>Machines à traduire</i>	542
15.51.	État de la question et définitions	542
15.52.	Dictionnaire électronique	543
15.53.	Aspect syntaxique de la traduction	544
15.54.	Conclusion	547
	CONCLUSIONS	548
	BIBLIOGRAPHIE	552
	INDEX	556