

An abstract, textured pattern of blue and red, resembling a woven fabric or a digital mesh, occupies the top half of the cover. The colors transition from dark blue on the left to a lighter blue and then red on the right.

Alain Cazes
Joëlle Delacroix

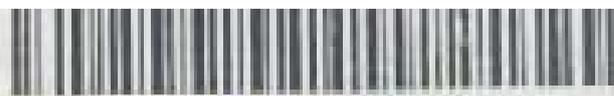
Architecture des machines et des systèmes informatiques

Cours
et exercices corrigés

4^e édition

Écoles d'ingénieurs
IUT
Licence 1, 2, 3

DUNOD



2-004-368-1

**ARCHITECTURE
DES MACHINES
ET DES SYSTÈMES
INFORMATIQUES**

Cours et exercices corrigés

Table des matières

CHAPITRE 1 • STRUCTURE GÉNÉRALE ET FONCTIONNEMENT D'UN ORDINATEUR	1
1.1 Introduction	1
1.2 Structure et fonctionnement d'un ordinateur	3
1.2.1 Structure générale d'un ordinateur	3
1.2.2 La mémoire centrale	4
1.2.3 Le bus de communication	8
1.2.4 Le processeur central ou microprocesseur	10
1.3 Fonctionnement : relation microprocesseur / mémoire centrale	13
1.4 Un exemple	15
1.4.1 Le problème	15
1.4.2 L'ordinateur	15
1.4.3 Le langage machine	15
1.5 Les unités d'échanges	16
1.6 Conclusion	17

PARTIE 1 • PRODUCTION DE PROGRAMMES

CHAPITRE 2 • DU PROBLÈME AU PROGRAMME MACHINE	23
2.1 Du problème au programme	23
2.1.1 Rappel du rôle d'un ordinateur	23
2.1.2 Problème, algorithme, programme et instructions	25

2.2	Les différents niveaux de langage de l'ordinateur	26
2.2.1	Langage machine	27
2.2.2	Langage d'assemblage	28
2.2.3	Langage de haut niveau ou évolué	29
2.3	Introduction à la chaîne de production de programmes	30
2.4	Un exemple	31
2.5	Conclusion	33
CHAPITRE 3 • LA CHAÎNE DE PRODUCTION DE PROGRAMMES		35
3.1	La compilation	36
3.1.1	Grammaire et structure d'un langage de haut niveau	36
3.1.2	Analyse lexicale	38
3.1.3	Analyse syntaxique	40
3.1.4	Analyse sémantique	42
3.1.5	Génération du code final	44
3.2	L'édition des liens	46
3.2.1	Rôle de l'éditeur de liens	46
3.2.2	Fonctionnement de l'éditeur de liens	47
3.3	Le chargement	59
3.3.1	Rôle du chargeur	59
3.3.2	Chargement et édition des liens dynamique	61
3.4	Le préprocesseur	62
3.4.1	La directive #include	62
3.4.2	La directive #define	62
3.4.3	La compilation conditionnelle	62
3.4.4	Un exemple	63
3.5	L'utilitaire Make	64
3.5.1	Format du fichier Makefile	64
3.5.2	Fonctionnement de l'utilitaire Make	66
3.6	Conclusion	66
3.7	Qu'avez-vous retenu ?	67
CHAPITRE 4 • LE LANGAGE MACHINE ET LA REPRÉSENTATION DES INFORMATIONS		69
4.1	La représentation des informations	69
4.1.1	Numération binaire, octale et hexadécimale	70
4.1.2	Représentation des nombres signés	73
4.1.3	Représentation des nombres flottants	77
4.1.4	Représentation des caractères	80
4.2	Les instructions machine	83

4.2.1	Les différents types d'instructions	83
4.2.2	Les différents types d'opérandes	84
4.2.3	Un exemple	85
4.3	Les instructions du langage d'assemblage	88
4.3.1	Format d'une instruction du langage d'assemblage	88
4.3.2	Fonctionnement de l'assembleur	90
4.4	Conclusion	92
4.5	Qu'avez-vous retenu ?	93
CHAPITRE 5 • LES CIRCUITS LOGIQUES		95
5.1	Les circuits logiques	95
5.1.1	Définition	95
5.1.2	Les circuits combinatoires	96
5.1.3	Les circuits séquentiels	104
5.1.4	Technologie des circuits logiques	106
5.2	Le futur...	111
CHAPITRE 6 • EXERCICES CORRIGÉS		113
Production de programmes		113
6.1	Compilation	113
6.2	Édition des liens	115
6.3	Utilitaire Make	116
6.4	Compilation	116
6.5	Préprocesseur	117
Représentation des informations		118
6.6	Conversions	118
6.7	Représentation des nombres signés	118
6.8	Représentation des nombres flottants	119
6.9	Synthèse	119
Langage machine		119
6.10	Manipulation des modes d'adressage	123
6.11	Programme assembleur	123
6.12	Manipulation de la pile	124
6.13	Programme assembleur	125
SOLUTIONS		126

PARTIE 2 • STRUCTURE DE L'ORDINATEUR

CHAPITRE 7 • LA FONCTION D'EXÉCUTION	137
7.1 Introduction	137
7.2 Aspects externes	140
7.2.1 Le microprocesseur	140
7.2.2 Les bus	142
7.3 Aspects internes	144
7.3.1 Exécution d'une instruction machine	145
7.3.2 Microcommandes et micro-instructions	153
7.4 Les interruptions : modification du flux d'exécution d'un programme machine	162
7.4.1 Principe des interruptions	162
7.4.2 Un exemple	166
7.5 Amélioration des performances	170
7.5.1 Parallélisme des instructions	171
7.5.2 Parallélisme des processeurs	173
7.6 Conclusion	174
7.7 Qu'avez-vous retenu ?	175
CHAPITRE 8 • LA FONCTION DE MÉMORISATION	177
8.1 Généralités	177
8.2 Mémoires de travail	180
8.2.1 Les mémoires vives	180
8.2.2 Les mémoires mortes	189
8.2.3 Les registres	189
8.3 Mémoires de stockage : le disque magnétique	190
8.3.1 Caractéristiques générales	191
8.3.2 Organisation générale	191
8.4 Amélioration des performances	193
8.4.1 Les mémoires caches	193
8.4.2 Mémoire virtuelle	204
8.5 Compléments : approches CISC/RISC	207
8.5.1 Les performances d'un processeur	208
8.5.2 La traduction des programmes	209
8.5.3 Approche CISC	209
8.5.4 Approche RISC	210
8.5.5 Pour conclure sur les RISC et les CISC	211
8.6 Conclusion	212
8.7 Qu'avez-vous retenu ?	214

CHAPITRE 9 • LA FONCTION DE COMMUNICATION	217
9.1 Introduction	217
9.2 Les bus	222
9.2.1 Les bus ISA (ou PC-AT), MCA et EISA	223
9.2.2 Le bus PCI (<i>Peripheral Component Interconnect</i>)	224
9.2.3 Le bus AGP (<i>Accelerated Graphics Port</i>)	228
9.2.4 Deux exemples	229
9.3 Les interfaces d'accès aux périphériques	230
9.3.1 Les unités d'échanges	231
9.3.2 Les bus d'extension	244
9.4 Les différents modèles de gestion des entrées-sorties	248
9.4.1 La liaison programmée	249
9.4.2 Entrées-sorties pilotées par les interruptions	251
9.4.3 Gestion des entrées-sorties asynchrones	253
9.5 Conclusion	256
CHAPITRE 10 • EXERCICES CORRIGÉS	257
La fonction d'exécution	257
10.1 Révision	257
10.2 Microcommandes	257
10.3 CISC/RISC	258
La fonction de mémorisation	259
10.4 Cache à correspondance directe	259
10.5 Calcul de la taille réelle d'un cache	259
10.6 Cache associatif et remplacement de lignes	259
10.7 Cache à correspondance directe	260
La fonction de communication	260
10.8 Questions de cours	260
10.9 Entrées-sorties programmées et entrées-sorties par interruption	260
10.10 Performances des opérations d'entrées-sorties	261
10.11 Gestion des interruptions	261
Synthèse	262
10.12 Exercice de synthèse n° 1	262
10.13 Exercice de synthèse n° 2	264
SOLUTIONS	266

PARTIE 3 • LES SYSTÈMES D'EXPLOITATION

CHAPITRE 11 • INTRODUCTION AUX SYSTÈMES D'EXPLOITATION MULTIPROGRAMMÉS	279
11.1 Rôle et définition d'un système d'exploitation multiprogrammé	279
11.1.1 Un premier rôle : assurer le partage de la machine physique	281
11.1.2 Un second rôle : rendre conviviale la machine physique	281
11.1.3 Définition du système d'exploitation multiprogrammé	282
11.2 Structure d'un système d'exploitation multiprogrammé	283
11.2.1 Composants d'un système d'exploitation	283
11.2.2 La norme POSIX pour les systèmes ouverts	285
11.3 Principaux types de systèmes d'exploitations multiprogrammés	285
11.3.1 Les systèmes à traitements par lots	286
11.3.2 Les systèmes interactifs	288
11.3.3 Les systèmes temps réel	289
11.4 Notions de base	290
11.4.1 Modes d'exécutions et commutations de contexte	291
11.4.2 Gestion des interruptions matérielles et logicielles	293
11.4.3 Langage de commande	296
11.5 Génération et chargement d'un système d'exploitation	299
11.5.1 Génération d'un système d'exploitation	299
11.5.2 Chargement d'un système d'exploitation	300
11.6 Conclusion	300
11.7 Qu'avez-vous retenu ?	301
CHAPITRE 12 • GESTION DE L'EXÉCUTION DES PROGRAMMES : LE PROCESSUS	303
12.1 Notion de processus	303
12.1.1 Définitions	303
12.1.2 États d'un processus	304
12.1.3 Bloc de contrôle du processus	305
12.1.4 Opérations sur les processus	306
12.1.5 Un exemple de processus : les processus Unix	307
12.1.6 Programmation de processus : l'exemple de LINUX	310
12.2 Ordonnancement sur l'unité centrale	315
12.2.1 Ordonnancement préemptif et non préemptif	316
12.2.2 Entités systèmes responsable de l'ordonnancement	318
12.2.3 Politiques d'ordonnancement	318
12.2.4 Exemples	323
12.3 Synchronisation et communication entre processus	325
12.3.1 L'exclusion mutuelle	326
12.3.2 Le schéma de l'allocation de ressources	330

12.3.3	Le schéma lecteurs-rédacteurs	331
12.3.4	Le schéma producteur-consommateur	333
12.4	Conclusion	334
12.5	Qu'avez-vous retenu ?	335
CHAPITRE 13 • GESTION DE LA MÉMOIRE CENTRALE		337
13.1	Mémoire physique et mémoire logique	337
13.2	Allocation de la mémoire physique	339
13.2.1	Allocation contiguë de la mémoire physique	339
13.2.2	Allocation non contiguë de la mémoire physique	345
13.3	Mémoire virtuelle	358
13.3.1	Principe de la mémoire virtuelle	358
13.3.2	Le défaut de page	361
13.3.3	Le remplacement de pages	363
13.3.4	Performance	366
13.3.5	Exemples	367
13.3.6	Notion d'écroulement	368
13.4	Swapping des processus	369
13.5	Conclusion	369
13.6	Qu'avez-vous retenu ?	370
CHAPITRE 14 • SYSTÈME DE GESTION DE FICHIERS		371
14.1	Le fichier logique	371
14.1.1	Définition	371
14.1.2	Les modes d'accès	372
14.1.3	Exemples	374
14.2	Le fichier physique	377
14.2.1	Structure du disque dur	377
14.2.2	Méthodes d'allocation de la mémoire secondaire	378
14.3	Correspondance fichier logique-fichier physique	389
14.3.1	Notion de répertoire	389
14.3.2	Réalisation des opérations	397
14.4	Protection	405
14.4.1	Protection contre les accès inappropriés	405
14.4.2	Protection contre les dégâts physiques	408
14.5	Conclusion	412
14.6	Qu'avez-vous retenu ?	413

CHAPITRE 15 • INTRODUCTION AUX RÉSEAUX	415
15.1 Définition	415
15.2 Les réseaux filaires	417
15.2.1 Architecture des réseaux filaires	417
15.2.2 Circulation des informations	425
15.2.3 Exemple de réseau filaire	428
15.3 Les réseaux sans fil	431
15.3.1 Architecture des réseaux sans fil	432
15.3.2 Circulation des informations	434
15.3.3 Exemples de réseaux sans fil	439
15.4 L'interconnexion de réseaux : Internet	441
15.4.1 Architecture de l'Internet	442
15.4.2 Circulation de l'information	442
CHAPITRE 16 • EXERCICES CORRIGÉS	446
Ordonnancement de processus	446
16.1 Algorithmes d'ordonnancement	446
16.2 Ordonnancement par priorité préemptif et non préemptif	446
16.3 Chronogramme d'exécutions	447
16.4 Ordonnancement sous Unix	447
16.5 Ordonnancement sous Linux	448
Synchronisation de processus	449
16.6 Producteur(s)-Consommateur(s)	449
16.7 Allocations de ressources et interblocage	449
16.8 Allocation de ressources et états des processus	450
Gestion de la mémoire centrale	451
16.9 Gestion de la mémoire par partitions variables	451
16.10 Remplacement de pages	451
16.11 Mémoire paginée et segmentée	452
16.12 Mémoire virtuelle et ordonnancement de processus	452
16.13 Pagination à la demande	453
Système de gestion de fichiers	454
16.14 Modes d'accès	454
16.15 Organisation de fichiers	454
16.16 Noms de fichiers et droits d'accès	454
16.17 Algorithmes de services des requêtes disque	455
16.18 Fichiers Unix	455
16.19 Système de gestion de fichiers FAT	455
16.20 Système de gestion Unix	456
16.21 Synthèse	456
SOLUTIONS	459
INDEX	477