

INITIATION AUX MICROPROCESSEURS ET AUX MICROCONTRÔLEURS

Architecture, fonctionnement,
programmation et
mise en œuvre pratique

2^e éd.

Cours et
exercices
corrigés

Joseph Haggège



Table des matières

1	Historique et évolution des calculateurs	17
1.1	Étapes majeures	17
1.2	Galerie de portraits	18
2	Structure et réalisation des calculateurs numériques	31
2.1	Architecture et organisation d'un calculateur	31
2.2	Constituants du processeur	32
2.2.1	Registres	32
2.2.2	Unité arithmétique et logique	32
2.2.3	Unité de contrôle	33
2.3	Organisation des registres et de la mémoire	34
2.3.1	Structure des registres	34
2.3.2	Constitution de la mémoire	34
2.3.3	Représentation des données en mémoire	36
2.4	Microprocesseurs et microcontrôleurs	36
2.4.1	Implémentations matérielles d'un calculateur	36
2.4.2	Applications des microprocesseurs et microcontrôleurs	37
2.4.3	Exemples de microprocesseurs et microcontrôleurs	37
2.5	Interconnexion des éléments d'un calculateur	37
2.5.1	Architectures Von Neumann et Harvard	37
2.5.2	Circulation de l'information dans un calculateur	39
2.6	Aspects matériels et représentation fonctionnelle	40
2.7	Exercices	42
3	Fonctionnement d'un processeur	45
3.1	Représentation des instructions	45
3.1.1	Codage binaire en mémoire	45
3.1.2	Langage machine et langage assembleur	46
3.1.3	Exemples d'instructions en assembleur	47
3.2	Modes d'adressage	47
3.2.1	Définition	47
3.2.2	Modes d'adressage élémentaires	48
3.2.3	Modes d'adressage complexes	50

3.3	Exécution d'une instruction par le processeur	50
3.3.1	Étapes élémentaires et datapath	50
3.3.2	Datapath pour l'exécution d'instructions opérant sur des registres	53
3.3.3	Datapath pour l'accès à la mémoire par le processeur . . .	54
3.3.4	Datapath pour les instructions de branchement	60
3.4	Contrôle du datapath	62
3.4.1	Rôle du séquenceur	62
3.4.2	Séquenceur câblé	62
3.4.3	Séquenceur microprogrammé	63
3.5	Performances temporelles d'un processeur	66
3.5.1	Mesure des performances	66
3.5.2	Amélioration des performances	67
3.5.3	Architectures CISC et RISC	70
3.6	Exécution d'un programme en mémoire centrale	71
3.6.1	Structure d'un programme exécutable	71
3.6.2	Appel de sous-programmes et pile de sauvegarde	71
3.6.3	Interruptions et exceptions	74
3.7	Exercices	77
4	Systèmes à microprocesseurs	85
4.1	Constitution d'un système à microprocesseur	85
4.2	Circuits mémoires	85
4.2.1	Mémoires ROM et RAM	85
4.2.2	Schéma fonctionnel d'une mémoire	86
4.2.3	Interfaçage microprocesseur/mémoire	87
4.2.4	Chronogrammes de lecture/écriture en mémoire	87
4.2.5	Connexion de plusieurs boîtiers mémoire sur le bus d'un microprocesseur	89
4.2.6	Décodage d'adresses	91
4.2.7	Classification des mémoires	93
4.3	Circuits d'interfaces	94
4.3.1	Définitions	94
4.3.2	Adressage des ports d'E/S	95
4.4	Exercices	98
5	Le microprocesseur Intel 8086	101
5.1	Aspects matériels du 8086	101
5.1.1	Description physique du 8086	101
5.1.2	Schéma fonctionnel du 8086	102
5.1.3	Description et utilisation des signaux du 8086	102
5.1.4	Organisation interne du 8086	107
5.1.5	Gestion de la mémoire par le 8086	112

5.1.6	Le microprocesseur 8088	115
5.2	Programmation en assembleur du 8086	115
5.2.1	Instructions de transfert	115
5.2.2	Instructions arithmétiques	118
5.2.3	Instructions logiques	120
5.2.4	Instructions de saut	125
5.2.5	Gestion de la pile par le 8086	128
5.2.6	Méthodes de programmation	131
5.3	Interfaces d'entrées/sorties du 8086	137
5.3.1	Gestion des ports d'E/S par le 8086	137
5.3.2	L'interface parallèle 8255	138
5.3.3	L'interface série 8250	143
5.4	Gestion des interruptions par le 8086	154
5.4.1	Utilisation des interruptions	154
5.4.2	Prise en charge d'une interruption par le 8086	155
5.4.3	Vecteurs d'interruptions du 8086	156
5.4.4	Le contrôleur programmable d'interruptions 8259A	158
5.5	Les successeurs du 8086	159
5.6	Exercices	161
6	Le microcontrôleur STM8	163
6.1	Description matérielle	163
6.1.1	Présentation du microcontrôleur STM8	163
6.1.2	Brochage et architecture interne	164
6.1.3	Structure du processeur STM8 core	166
6.1.4	Organisation de l'espace d'adressage du STM8	167
6.2	Programmation en assembleur du STM8	169
6.2.1	Jeu d'instructions	169
6.2.2	Modes d'adressage	170
6.2.3	Chargement et transferts de données	173
6.2.4	Opérations sur la pile	174
6.2.5	Opérations logiques	175
6.2.6	Instructions de branchement	177
6.2.7	Opérations arithmétiques	179
6.2.8	Interruptions	181
6.2.9	Réalisation d'un programme en assembleur STM8	183
6.2.10	Environnement de développement intégré pour le STM8	187
6.3	Programmation des interfaces du STM8	188
6.3.1	Ports d'entrées/sorties GPIO	188
6.3.2	Timers	197
6.3.3	Convertisseur analogique/numérique	209
6.4	Exercices	220

Correction des exercices	233
Exercices du chapitre 2	233
Exercices du chapitre 3	234
Exercices du chapitre 4	240
Exercices du chapitre 5	247
Exercices du chapitre 6	251
 Bibliographie	 259
 Index	 263