

Inhaltsverzeichnis

1 Der 8051 und seine Nachfolger	1
2 Architektur des 8051	5
3 Integrierte Zusatzfunktionen des 8051	45
4 Die Entwicklungsumgebung	81
5 Architektur des 80C517	141
6 Integrierte Zusatzfunktionen des 80C517	159
Anhang A: Lösungen zu den Übungen	207
Anhang B: Literatur	231

1 Der 8051 und seine Nachfolger	1
1.1 Mikrokontroller	1
1.2 Die wichtigsten Nachfolger des 8051	2
1.3 Merkmale der besprochenen Typen	4
2 Architektur des 8051	5
2.1 Die Funktionseinheiten des 8051	5
2.2 Die Speicherorganisation	9
2.3 Der Programmspeicher	10
2.4 Der Datenspeicher	11
2.4.1 Der untere RAM-Bereich	12
2.4.2 Die Special Function Registers (SFR)	15
2.5 Der Rechnerkern	19
2.5.1 Überblick	19
2.5.2 Die Flags und das PSW	22
2.5.3 Reset	23
2.5.4 Leistungsreduzierung	24
2.6 Systemerweiterungen	25
2.6.1 Das Prinzip der Systemerweiterung	25
2.6.2 Beispiel für ein erweitertes System	26
2.7 Der Befehlssatz des 8051	28
2.7.1 Übersicht über den Befehlssatz	28
2.7.2 Die Adressierungsarten	29
2.7.3 Datentransferbefehle	30
2.7.4 Arithmetische Befehle	32
2.7.5 Logische Befehle	34
2.7.6 Akku-Hilfsbefehle	34
2.7.7 Bit-orientierte Befehle	35
2.7.8 Rotationsbefehle	35
2.7.9 Programmverzweigungen	36
2.7.10 Unterprogrammbefehle	38

2.8 Strukturelemente	39
2.8.1 Das Prinzip	39
2.8.2 Einfachverzweigungen	40
2.8.3 While-Schleifen	41
2.8.4 Zähl-Schleifen	42
2.8.5 Endlos-Schleifen	42
2.9 Übungen	43
3 Integrierte Zusatzfunktionen des 8051	45
3.1 Übersicht über die integrierten Funktionen	45
3.2 Die Ports	47
3.2.1 Die Funktion der Ports	47
3.2.2 Übersicht über die Zweitbelegungen der Ports	50
3.3 Das Interrupt-System	51
3.3.1 Die Interrupt-Quellen	51
3.3.2 Die Interrupt-Freigabe-Logik	52
3.3.3 Die Interrupt-Prioritäts-Logik	53
3.3.4 Die Interrupt-Adressen	53
3.3.5 Ablauf eines Interrupt	54
3.3.6 Übersicht über die Interrupt-Struktur	55
3.4 Die Timer/Counter	57
3.4.1 Die Funktionsweise der Timer/Counter 0 und 1	57
3.4.2 Übersicht über die Timer/Counter 0 und 1	59
3.4.3 Die Programmierung der Timer/Counter 0 und 1	60
3.4.4 Die Funktionsweise des 16-Bit-Timer/Counter 2	63
3.4.5 Übersicht über die Betriebsarten des Timer/Counter 2	64
3.4.6 Die Programmierung des Timer/Counter 2	65
3.5 Die serielle Schnittstelle	67
3.5.1 Die Funktionsweise der seriellen Schnittstelle	67
3.5.2 Die Generierung der Baudraten für die Modes 1 und 3	74
3.5.3 Übersicht über die Baudratengenerierung	75
3.5.4 Die Programmierung der seriellen Schnittstelle	76
3.6 Übungen	78

4 Die Entwicklungsumgebung	81
4.1 Integrierte Entwicklungsumgebungen	81
4.2 Die integrierte Entwicklungsumgebung μ Vision1	82
4.3 Der A51 Assembler	87
4.3.1 Moduldeklaration	87
4.3.2 Segmente	87
4.3.3 Deklaration von Speicherplatz	92
4.3.4 Symbole	93
4.3.5 Modulverknüpfungen	96
4.3.6 Makros	98
4.3.7 Assembler-Steueranweisungen	100
4.3.8 Aufruf des Assemblers	100
4.4 Der C51 Compiler	101
4.4.1 Übersicht über die Sprache C51	101
4.4.2 Programmstrukturen	102
4.4.3 Prozeduren und Funktionen	104
4.4.4 Datendeklaration	106
4.4.5 Konstanten-Definitionen	107
4.4.6 Datentypen	107
4.4.7 Arithmetische Operatoren	109
4.4.8 Zuweisungs-Operatoren	109
4.4.9 Logische Operatoren	110
4.4.10 Vergleichs-Operatoren	111
4.4.11 Definieren von SFR-Symbolen	111
4.4.12 Definition von Datentypen	112
4.4.13 Compiler-Steueranweisungen	113
4.4.14 Startup File	113
4.4.15 Run Time Library	113
4.4.16 Aufruf des Compilers	114
4.5 Der Linker	115
4.6 Der Source Level Debugger dScope51	116
4.6.1 Simulator	116
4.6.2 Zielsystem-Debugger	116

4.6.3 Start von dScope	116
4.6.4 Hauptfenster von dScope51	117
4.6.5 Einfacher Test	119
4.6.6 Starten des dScope über eine Batch-Datei	122
4.7 Einfaches Beispiel mit Target Debugger	123
4.7.1 Beschreibung des Beispiels	123
4.7.2 Beispiel in Assembler 51	125
4.7.3 Beispiel in C51	128
4.8 Die integrierte Entwicklungsumgebung μ Vision2	130
4.8.1 Überblick	130
4.8.2 Anlegen eines Projektes	131
4.8.3 Importieren eines μ Vision1-Projektes	132
4.8.4 Optionen der Werkzeuge	132
4.8.5 Übersetzen und Linken	134
4.8.6 Mehrere Targets im Projekt	134
4.8.7 Testen	134
4.9 Übungen	139
5 Architektur des 80C517	141
5.1 Die wesentlichen Unterschiede zum 8051	141
5.2 Übersicht über die Funktionen	142
5.3 Der Programm- und Datenspeicher	145
5.4 Die arithmetische Einheit	147
5.5 System Clock Output	150
5.6 Power Saving Modes	151
5.7 Fail-Save-Mechanismen	153
5.7.1 Der Watch Dog Timer	153
5.7.2 Die Programmierung des Watch Dog	155
5.7.3 Der Oszillator-Watch-Dog	156
5.8 Übungen	157

6 Integrierte Zusatzfunktionen des 80C517	159
6.1 Übersicht über die Zusatzfunktionen des 80C517	159
6.2 Die Ports	161
6.3 Der integrierte Analog/Digital-Wandler	164
6.3.1 Die Funktionsweise des A/D-Wandlers	164
6.3.2 Die Programmierung des A/D-Wandlers	168
6.4 Die Timer/Counter 0 und 1	170
6.5 Die Capture/Compare Unit (CCU)	170
6.5.1 Das Prinzip der CCU	170
6.6 Der Timer/Counter 2	173
6.6.1 Die Funktionsweise des Timer/Counter 2	173
6.6.2 Die Programmierung des Timer/Counter 2	174
6.7 Der Compare Timer	176
6.7.1 Die Funktionsweise des Compare Timer	176
6.7.2 Die Programmierung des Compare Timer	177
6.8 Die Funktion Compare	178
6.8.1 Compare Mode 0	178
6.8.2 Compare Mode 1	180
6.8.3 Die Register CRC und CC1–CC3	181
6.8.4 Das Register CC4	183
6.8.5 Die Compare Registers CM0–CM7	185
6.9 Die Funktion Capture	187
6.9.1 Die Funktionsweise	187
6.9.2 Die Programmierung der Compare/Capture-Funktion	189
6.10 Die serielle Schnittstelle 0	191
6.10.1 Die Funktionsweise der seriellen Schnittstelle 0	191
6.10.2 Die Programmierung der seriellen Schnittstelle 0	192
6.11 Die serielle Schnittstelle 1	195
6.11.1 Die Funktionsweise der seriellen Schnittstelle 1	195
6.11.2 Die Programmierung der seriellen Schnittstelle 1	196

6.12 Das erweiterte Interrupt-System	197
6.12.1 Die Funktionsweise des Interrupt-Systems	197
6.12.2 Die Programmierung des Interrupt-Systems	201
6.13 Übersicht über die Special Function Registers	204
6.14 Übungen	205
Anhang A: Lösungen zu den Übungen	207
Anhang B: Literatur	231