

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Definitionen	1
1.2	Der Mikroprozessor als Teil des Mikrocomputers	2
2	Ein Modell-Mikroprozessor	5
2.1	Aufbau und Organisation	5
2.1.1	Die ALU und ihre Steuerung	6
2.1.2	Register	6
2.1.2.1	Akkumulator und weitere Universalregister	9
2.1.2.2	Befehlszählerregister	9
2.1.2.3	Zustandsregister	9
2.1.2.4	Register für den Stapelspeicherzeiger	10
2.1.2.5	Indexregister	10
2.2	Kontrollsignale	11
2.3	Vergleich Modellmikroprozessor mit realen Mikroprozessoren	12
2.3.1	Z80	14
2.3.2	8085	15
2.3.3	2650	15
2.3.4	8080	15
2.3.5	6802	16
2.3.6	6502	17
2.3.7	1802	17
2.3.8	SCMP	18
3	Die Sprachen der Computer	19
3.1	Symbolsprachen	20
3.2	Assemblersprachen	20
3.3	Maschinensprachen	22
3.3.1	Oktalkode	23
3.3.2	Hexadezimalcode	25
4	Das Arbeiten mit dem Mikroprozessor alleine	29
4.1	Übungssysteme	29
4.2	Das Primitivsystem	29
4.2.1	Der Mikroprozessor	31
4.2.2	Taktgenerator	31
4.2.3	Befehlsschrittsteuerung	32
4.2.4	Datenein- und -ausgabe	33

4.3	Einschreiben und Auslesen von Daten	33
4.4	Addition	36
4.4.1	Einfache Addition ohne Übertrag	36
4.4.2	Addition mit Übertrag	38
4.4.3	Addition binärkodierter Dezimalzahlen (BCD)	39
4.5	Subtraktion	41
4.5.1	Logische und arithmetische Zahlen	41
4.5.2	Subtraktion durch Addition	42
4.5.3	Subtraktionsprogramm	44
4.6	Logische Verknüpfungen	44
5	Der Umgang mit dem Speicher	49
5.1	Übersicht	49
5.2	Arbeitsweise kleiner ein- und auslesbarer Speicherbausteine	50
5.3	Arbeitsweise kleiner festprogrammierter Speicherbausteine	52
5.4	Die Organisation des Speicherbereichs	54
5.5	Der Aufbau eines kleinen Speichers	56
5.5.1	$128 \times 8 \text{ bit} = 128 \text{ byte}$	56
5.5.2	$2 \times 128 \text{ byte} = 256 \text{ byte}$	58
5.5.3	$2 \times (256 \times 4) \text{ bit} = 256 \text{ byte}$	59
5.5.4	$4 \times 256 \text{ byte} = 1 \text{ Kbyte}$	60
5.6	Das Einschreiben und Auslesen von Programmen	61
6	Mikroprozessor + Speicher = einfaches Grundsystem	63
6.1	Belastungen der Anschlüsse	63
6.2	Das Grundsystem mit einfacher Ein- und Ausgabe	65
6.2.1	Mikroprozessor-Einheit	65
6.2.2	Ein- und Ausgabeeinheit	66
6.2.3	Steuereinheit	68
6.2.4	Speichereinheit	69
6.2.5	Das Arbeiten mit dem einfachen Grundsystem	69
7	Ein Programm für das einfache Grundsystem (Tonprogramm)	71
7.1	Flußdiagramm	71
7.2	Die speziellen Befehle	73
7.2.1	Dekrementierung	73
7.2.2	Sprünge	74
7.2.2.1	Absolute (und direkte) Adressierung	74
7.2.2.2	Relative Adressierung	75
7.2.2.3	Unbedingter und bedingter Sprung	76
7.3	Das Tonprogramm für verschiedene Mikroprozessoren	78
7.3.1	Absolute Adressierung	78
7.3.2	Relative Adressierung	80

7.4	Das Interface und die Peripherie	82
7.5	Echtzeitprogramm	83
7.5.1	Die Taktzeit	83
7.5.2	Die Befehlsausführungszeit	83
7.5.3	Das Tonprogramm ist ein Echtzeitprogramm	86
8	Einfaches Grundsystem + Tastatur + Ziffernanzeige = Komplettsystem	88
8.1	Systemübersicht	88
8.2	Dateneingabe mit Tastatur	89
8.3	Datenausgabe mit Siebensegmentanzeige	92
8.4	Gesamtschaltung	94
9	Betriebssystem = Monitor	96
9.1	Die Funktionen eines Betriebssystems	96
9.2	Die Organisation eines Betriebssystems	97
9.3	Liste der verfügbaren Monitorfunktionen	100
10	Unterprogrammtechnik und Tabellenabruf (Melodieprogramm)	101
10.1	Programmbeschreibung	101
10.2	Flußdiagramme	104
10.2.1	Flußdiagramm für das Unterprogramm TON	104
10.2.2	Flußdiagramm für Hauptprogramm MELODIE	106
10.3	Die speziellen Befehle	108
10.3.1	Unterprogrammaufrufe	108
10.3.2	Adressierung des Speichers	113
10.3.3	Indizierte Adressierung des Speichers	115
10.4	Programmlisten für die einzelnen Mikroprozessor-Modelle	117
10.4.1	Melodieprogramm für 2650	118
10.4.2	Melodieprogramm für Z80, 8080, 8085	120
10.4.3	Melodieprogramm für 6502	123
10.4.4	Melodieprogramm für 6802	126
10.4.5	Melodieprogramm für SCMP	128
10.4.6	Melodieprogramm für 1802	132
11	Interaktives Echtzeit-Programm (Uhr)	135
11.1	Programmbeschreibung	135
11.1.1	Zweck des Programms	135
11.1.2	Interaktion mit dem Benutzer	135
11.1.3	Synchronisation mit der Echtzeit (real time)	137
11.1.4	Übersichtsbild	139
11.1.5	Eingabe, Speicherung und Ausgabe der Daten	141

11.2	Flußdiagramm	143
11.2.1	Lesen	143
11.2.2	Stellen	145
11.2.3	Leuchtanzeige	146
11.2.4	Synchronisation	147
11.2.5	Sekunde und Blinker	148
11.2.6	Zeit weiterzählen	149
11.2.7	Unterprogramm UPP	149
11.2.8	Mitternacht	150
11.2.9	Weckzeit	150
11.2.10	Wecker	151
11.3	Programmlisten für die einzelnen Mikroprozessor-Modelle	152
11.3.1	Allgemeine Tabellenwerte	152
11.3.2	Uhrprogramm für Z80, 8080, 8085	153
11.3.3	Uhrprogramm für 2650	158
11.3.4	Uhrprogramm für 6802	163
11.3.5	Uhrprogramm für SCMP	168
11.3.6	Uhrprogramm für 1802	174
11.3.7	Uhrprogramm für 6502	179
11.3.8	Bemerkung über das Programmtesten	184
11.4	Modifikationen des Uhrprogramms	187
11.4.1	Uhr mit Dezimalminuten	187
11.4.2	Uhr mit Dezimalstunden	187
11.4.3	Dezimalzähler	188
11.4.4	Dualzähler	188
11.4.5	Lichtschanke mit Zähler	189
11.4.6	Schaltuhr	189
12	Interrupt	191
12.1	Einleitung	191
12.2	Der Interrupt beim 8080 und Z80	191
12.2.1	Der nicht maskierbare Interrupt	191
12.2.2	Der maskierbare Interrupt	192
12.2.2.1	Interruptmodus 0	192
12.2.2.2	Interruptmodus 1	193
12.2.2.3	Interruptmodus 2	193
12.2.2.4	Programmbeispiel für Interruptmodus 2	194
12.3	Der Interrupt beim 6800 und 6502	196
12.3.1	Der nicht maskierbare Interrupt	196
12.3.2	Der maskierbare Interrupt	197
12.3.3	Programmbeispiel für den 6800	198
12.3.4	Programmbeispiel für den 6502	199

13 16-Bit-Mikroprozessoren	201
13.1 Die verschiedenen Typen	201
13.2 Die erhöhte Leistungsfähigkeit	202
13.3 Der Umgang mit 16-Bit-Prozessoren	203
Anhang	205
Kleines Mikrocomputer-Lexikon	205
Tabelle zur Umwandlung hexadezimal/oktal und umgekehrt	211
Sockelschaltungen der einzelnen Mikroprozessoren	212
CALM-Übersetzungstabellen der einzelnen Mikroprozessoren	215
Lösungen der Übungen	232
Kreuzworträtsel	242
Literatur	243
Lösung des Kreuzworträtsels	244
Sachwortverzeichnis	245