

Inhalt

Vorwort	1
1. Grundlagen	9
1.1 Steuerungsaufgaben lösen	9
1.2 Ein Blick in die Entwicklungsgeschichte	15
1.3 Speicher- oder Schaltungsprogrammierung?	18
2. Zustandsautomaten und Steuerautomaten	25
2.1 Der Steuerautomat als Zustandsautomat	25
2.1.1 Einführung	25
2.1.2 Zustände und Zustandsübergänge	28
2.1.3 Einfache Zustandsübergänge	30
2.1.4 Zeitplansteuerungen (Sequencers)	33
2.1.5 Universelle Steuerautomaten	38
2.1.6 Zustandsautomaten aus der Verhaltensbeschreibung synthetisieren	45
2.2 Grundsatzlösungen der Speicherprogrammierung	59
2.2.1 Speicherbasierte Zustandsautomaten	60
2.2.2 Algorithmische Zustandsautomaten	65
2.3 Boolesche Steuerautomaten	71
2.3.1 Einführung	71
2.3.2 Mit Bits rechnen	75
2.3.3 Wertetabellen auslesen	81
2.4 Universelle algorithmische Automaten	86
2.5 Die Turing-Vollständigkeit	95
3. Universalrechner als Steuerautomaten	107
3.1 Die Universalmaschine oder etwas anderes?	107
3.2 Universalprozessoren einsetzen	110
3.2.1 EDV-Maschinen und programmierbare Emulatoren	110
3.2.2 EDV-Maschinen als Steuerautomaten	113
3.2.3 Steuerungsaufgaben erledigen	121
3.3 Prozessoren und programmierbare Logik	125
3.4 Hardware und Software	129
3.5 Universal- und Spezialmaschinen	132
3.6 Der Universalprozessor als Schaltungsbaustein	146
3.7 Multitasking in der Hardware	152
4. Grundlagen der Mikroprogrammsteuerung	159
4.1 Zur Entwicklungsgeschichte	159
4.1.1 Das Steuerwerk als Entwurfsaufgabe	159
4.1.2 Direkte Steuerung	161
4.1.3 Sequentielle Steuerung	163

4.1.4 Steuerketten	163
4.1.5 Mikroprogrammsteuerung	166
4.2 Der Computer im Computer	169
4.3 Mikrobefehle im Operationsautomaten	181
4.4 Leistungsprobleme der Mikroprogrammsteuerung	186
4.4.1 Verzweigungen	186
4.4.2 Mit Parametern arbeiten	188
4.4.3 Wandeln und adaptieren	190
4.5 Mikrobefehlsformate	192
4.6 Nanoprogrammsteuerung und Nanobefehle	198
4.7 Maschinenbefehle und Mikrobefehle	201
4.8 Mikrobefehle als Grundlage der Maschinenarchitektur	206
5. Mikroprogrammsteuerwerke	213
5.1 Mikroprogrammsteuerwerke entwerfen	213
5.1.1 Die Ressourcen entscheiden alles	213
5.1.2 Der Mikrobefehlszyklus	215
5.1.3 Bedingungssignale	216
5.1.4 Das Taktsystem	218
5.2 Mikrobefehlsadressierung	228
5.2.1 Nachfolgende Mikrobefehle auswählen	228
5.2.2 Segmentierung	237
5.2.3 Adreßzählung	244
5.2.4 Folgeadressen im Mikrobefehl	262
5.2.5 Funktions- und Mehrwegeverzweigung	269
5.2.6 Spätverzweigung	278
5.2.7 Segmentierung	280
5.3 Wartezustände und Wartemikrobefehle	284
5.4 Mikroprogrammunterbrechungen	289
5.5 Unterprogramme	312
6. Maschinen mit Mikroprogrammsteuerung	319
6.1 Zeitplansteuerungen (Sequencers)	320
6.2 Universelle Steuerautomaten (Branch Sequencers)	332
6.3 Algorithmische Steuerautomaten	343
6.4 Universalmaschinen	360
6.4.1 Einadreßmaschinen	361
6.4.2 Universalregistermaschinen	377
6.4.3 Mikrobefehle als Maschinenbefehle	386
7. Der Prozessor als Mikroprogrammsteuerwerk	401
7.1 Eine alternative Design-Idee	401
7.2 Nebenläufige Wirkungen	408

7.2.1	Unterbrechungen zeitweilig verhindern	409
7.2.2	Register nebenher laden	410
7.2.3	Zusatzausgabe	411
7.3	Nebenläufige Ausgabe	412
7.3.1	Datenausgabe	413
7.3.2	Direktwertausgabe	413
7.3.3	Adreßausgabe	415
7.4	Dateneinspeisung	418
7.4.1	Eingabe in die Prozessorregister	419
7.4.2	Eingabe in den Arbeitsspeicher	419
7.4.3	Adressen einspeisen	421
7.5	Befehlsmodifikation	421
7.5.1	Befehlssubstitution	423
7.5.2	Bedingte Befehlsausführung	424
7.5.3	Funktionsverzweigung	425
7.5.4	Der EXECUTE-Befehl	426
7.5.5	Befehlsausgabe	426
7.6	Anwendungsbeispiele	427
7.6.1	Akzeleratoren anschließen	427
7.6.2	Zustandsautomaten unterstützen	430
7.6.3	Den Prozessor auf Kommandosteuerung umbauen	432
7.6.4	In den Prozessorkern eingreifen	432
7.7	Der Erweiterungs- oder Steuerspeicher	434
8.	Schaltungseinzelheiten	439
8.1	Steuerspeicher	439
8.2	Diagnose und Debugging	453
8.3	Schnell und schmal oder langsamer und breit?	467
8.4	Zeitintervalle darstellen	470
8.5	Synchronisieren	473
8.6	Taktphasen	479
8.7	Der Universalprozessor als Schaltungsbaustein	483
9.	Historische Beispiele	495
9.1	Mainframes	495
9.1.1	IBM System /360	495
9.1.2	IBM System /370	506
9.1.3	RCA Spectra 70/45	512
9.2	Kleinere Maschinen	514
9.2.1	CDC 5600	514
9.2.2	Honeywell LSI-6	520

9.3 Sequencer	524
9.3.1 Altera EPS448 SAM EPLD	524
9.3.2 AMD Am29C331	529
Anhang 1 Eigene Maschinen programmieren	537
Anhang 2 Elementare Operationen	539
2.1 Universelle Operationswerke	540
2.2 Binärzahlen addieren und subtrahieren	542
2.3 Das herkömmliche Registermodell der Multiplikation und Division	544
2.4 Verschieben und Rotieren	548
Literatur- und Quellenverzeichnis	551
Index	561