

Helmut Bähring

Anwendungsorientierte Mikroprozessoren

Mikrocontroller und Digitale
Signalprozessoren

4., vollständig überarbeitete Auflage

^ii Springer

Inhaltsverzeichnis

1.	EINFÜHRUNG.....	1
1.1	Definitionen und Begriffe.....	1
1.2	Einsatzgebiete anwendungsorientierter Mikroprozessoren (Theo Ungerer).....	3
1.3	Energiespartechniken (Theo Ungerer).....	9
2.	MIKROCONTROLLER.....	11
2.1	Einleitung.....	11
2.2	Mikrocontroller-Eigenschaften und Einsatzgebiete.....	13
2.3	Typischer Aufbau eines MikroControllers.....	17
2.3.1	Beschreibung der Komponenten.....	17
2.3.2	Steuerung der Leistungsaufnahme.....	24
2.3.3	Spezialbefehle bei Mikrocontrollem.....	25
2.4	Produktbeispiele.....	28
2.4.1	4-Bit-Controller.....	28
2.4.2	8-Bit-Controller.....	31
2.4.3	16-Bit-Controller.....	35
2.4.4	32-Bit-Controller.....	37
2.4.5	Mikrocontroller mit FPGA-Feld.....	40
2.4.6	Ein komplexe Mikrocontroller/DSP-Anwendung.....	42
3.	DIGITALE SIGNALPROZESSOREN.....	46
3.1	Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung.....	46
3.1.1	Einleitung.....	46
3.1.2	Aufbaueines digitalen Signalverarbeitungssystem.....	47
3.1.3	DSP-Einsatzbereiche.....	50
3.1.4	Typische DSP-Algorithmen.....	51
3.2	Basisarchitektur Digitaler Signalprozessoren.....	52
4.	MISCHFORMEN AUS MIKROCONTROLLERN UND DSPs (DSC).....	56
4.1	DSP als Motorcontroller.....	56
4.2	Hochleistungs-DSC.....	58
5.	DER PROZESSORKERN.....	61
5.1	Vereinfachter Aufbau.....	61
5.2	Das Steuerwerk.....	64
5.2.1	Taktsteuerung.....	64
5.2.2	Ein-/Ausgangssignale.....	64
5.2.3	Ablauf der Befehlsbearbeitung.....	66
5.2.4	Fließbandverarbeitung.....	68
5.2.5	Steuerwerk eines DSPs.....	77

5.3	Die Unterbrechungslogik.....	81
5.3.1	Ausnahmeroutinen.....	81
5.3.2	Prozessorexterne Ursachen für Ausnahmesituationen.....	83
5.3.3	Prozessorinterne Ursachen für Ausnahmesituationen.....	86
5.3.4	Festlegung der Startadressen der Ausnahmeroutinen.....	87
5.3.5	Prioritäten bei mehrfachen Unterbrechungen.....	90
5.3.6	Die Behandlung gleichzeitig auftretender maskierbarer Interrupts.....	91
5.4	Das Adresswerk.....	92
5.4.1	Allgemeiner Aufbau.....	92
5.4.2	Stack und Stackregister.....	94
5.4.3	Adresswerk eines DSPs für den Datenzugriff.....	95
5.4.4	Grundzüge der virtuellen Speicherverwaltung.....	96
5.5	Das Operationswerk.....	99
5.5.1	Integer-Rechenwerke.....	99
5.5.2	Barrel Shifter.....	107
5.5.3	Multiplizier-Akkumulier-Rechenwerke.....	107
5.5.4	Gleitpunkt-Rechenwerke.....	111
5.6	Der Registersatz.....	114
5.6.1	Registertypen.....	114
5.6.2	Registersätze realer Mikroprozessoren.....	118
5.6.3	Registerspeicher.....	122
5.7	Die Systembus-Schnittstelle.....	125
5.7.1	Aufbau.....	125
5.7.2	Realisierung der Busankopplung.....	126
6.	DIE HARDWARE/SOFTWARE-SCHNITTSTELLE.....	128
6.1	Datentypen und Datenformate.....	128
6.1.1	Datentypen und Datenformate von 8-Bit-Prozessoren.....	128
6.1.2	Datentypen und Datenformate von 16/32-Bit-Prozessoren.....	130
6.1.3	Bit- und blockorientierte Datentypen und ihre Formate.....	132
6.1.4	Gleitpunktzahlen nach dem IEEE-754-Standard.....	133
6.1.5	Festpunktzahlen.....	136
6.2	Befehlssätze.....	138
6.2.1	Grundlagen.....	138
6.2.2	Begriffe und Definitionen.....	139
6.2.3	Realisierung eines Maschinenbefehlssatzes.....	141
6.2.4	Darstellung der verschiedenen Befehlsgruppen.....	147
6.3	Adressierungsarten.....	165
6.3.1	Voraussetzungen und Begriffe.....	165
6.3.2	Beschreibung der wichtigsten Adressierungsarten.....	168
6.3.3	Minimaler Satz von Adressierungsarten.....	181
6.3.4	Spezielle DSP-Adressierungsarten.....	181

7.	DER ARBEITSSPEICHER.....	185
7.1	Grundlagen.....	185
7.1.1	Wichtige Begriffe.....	185
7.1.2	Klassifizierung von Halbleiterspeichern.....	187
7.1.3	Elementare Grundlagen über Halbleiterbauelemente.....	189
7.2	Prinzipieller Aufbau eines Speicherbausteins.....	193
7.3	Festwertspeicher.....	197
7.3.1	Irreversibel programmierte bzw. programmierbare Festwertspeicher.....	197
7.3.2	Reversibel programmierbare Festwertspeicher.....	201
7.4	SchreüWlese-Speicher.....	214
7.4.1	Statische RAM-Speicher.....	214
7.4.2	Dynamische RAM-Speicher.....	216
8.	BUSSYSTEME.....	218
8.1	Grundlagen.....	218
• 8.1.1	Definitionen und Klassifizierung.....	219
8.1.2	Bustopologien.....	221
8.1.3	Koppeleinheiten.....	222
8.1.4	Konzepte für Bussysteme.....	223
8.2	Der Systembus.....	233
8.2.1	Zeitverhalten der Systembus-Signale.....	233
8.2.2	Multiplexbus.....	237
8.2.3	Steuerung der Datenbusbreite.....	239
8.2.4	Adressierung von Peripheriebausteinen.....	241
8.2.5	Weitere Signale der Systembus-Schnittstelle.....	242
8.2.6	Aufbau und Funktion eines Systembus-Controllers.....	246
8.3	Der Universal Serial Bus - USB.....	249
8.3.1	Grundlagen.....	249
8.3.2	Topologie.....	249
8.3.3	Synchronisations- und Übertragungsverfahren.....	251
8.3.4	Adressierung der Busteilnehmer.....	252
8.3.5	Busanforderung und -Zuteilung.....	252
8.3.6	Kommunikation im USB.....	253
8.3.7	Der Hochgeschwindigkeits-USB.....	261
8.4	Controller Area Network - CAN.....	266
8.4.1	Eigenschaften des CAN-Busses.....	266
8.4.2	Protokollschichten.....	268
8.4.3	Buszuteilung.....	269
8.4.4	Botschaftenformate.....	270
8.4.5	Sicherheit im CAN.....	273
8.4.6	Can-Buscontroller.....	277

8.5	DerLIN-Bus.....	283
8.5.1	Aufbau eines LIN-Bus-Systems.....	284
8.5.2	Kommunikation im LIN-Bus.....	285
8.6	DerI ² C-Bus.....	287
8.6.1	Aufbau eines I ² C-Bus-Systems.....	287
8.6.2	Kommunikation im I ² C-Bus.....	288
8.6.3	Kollisionserkennung und Bus-Arbitrierung.....	290
	SYSTEMSTEUER- UND SCHNITTSTELLENBAUSTEINE.....	291
9.1	Grundlagen.....	291
9.1.1	Klassifizierung.....	291
9.1.2	Anschluss der Schnittstellenbausteine an den Mikroprozessor.....	293
9.1.3	Aufbau der Systembausteine.....	294
9.1.4	Ein-/Ausgabe-Verfahren.....	298
9.1.5	Synchronisation der Datenübertragung.....	299
9.2	Interrupt-Controller.....	301
9.2.1	Einleitung.....	301
9.2.2	Prinzipieller Aufbau eines Interrupt-Controllers.....	301
9.2.3	Das Programmiermodell eines Interrupt-Controllers.....	305
9.3	Direkter Speicherzugriff (DMA).....	309
9.3.1	Einleitung.....	309
9.3.2	Prinzip der DMA-Übertragung.....	311
9.3.3	Der Aufbau eines DMA-Controllers.....	313
9.3.4	Verschiedene DMA-Übertragungsarten.....	316
9.3.5	Unterschiedliche Datenbreite in Requester und Target.....	319
9.3.6	Die Register des Steuerwerks.....	319
9.3.7	Verkettung von DMA-Übertragungen.....	321
9.3.8	PEC-Kanäle.....	322
9.4	Zeitgeber-/Zähler-Bausteine.....	326
9.4.1	Prinzipieller Aufbau eines Zeitgeber-/Zähler-Bausteins.....	326
9.4.2	Die verschiedenen Zählmodi.....	328
9.4.3	Programmiermodell.....	329
9.4.4	Timer-Funktionen.....	330
9.4.5	Zeitprozessoren.....	343
9.5	Bausteine für parallele Schnittstellen.....	347
9.5.1	Prinzipieller Aufbau.....	347
9.5.2	Aufbau der Ausführungseinheit.....	348
9.5.3	Varianten.....	350
9.5.4	Kommunikationsports.....	351
9.5.5	Alternative Nutzung von Parallelports.....	353
9.6	Asynchrone serielle Schnittstellen.....	355
9.6.1	Grundlagen zur seriellen Datenübertragung.....	355
9.6.2	Synchronisationsverfahren.....	355
9.6.3	Prinzip der asynchronen seriellen Übertragung.....	356

9.6.4	V.24-Schnittstelle.....	358
9.6.5	Aufbau eines Bausteins für asynchrone Schnittstellen.....	362
9.6.6	Bausteine mit Warteschlangen als Datenregister.....	366
9.7	Synchrone, serielle Schnittstellen.....	370
9.7.1	Zeichenorientierte Übertragung.....	370
9.7.2	Bitorientierte Übertragung.....	374
9.7.3	Beispiele zu synchronen, seriellen Schnittstellen.....	379
9.8	Bausteine zur A/D- und D/A-Wandlung.....	393
9.8.1	Digital/Analog-Wandlung.....	393
9.8.2	Analog/Digital-Wandlung.....	395
10.	BEISPIELE FÜR DIGITALE SIGNALPROZESSOREN.....	399
10.1	ADSP-218x von Analog Devices.....	399
10.1.1	Architektur.....	399
10.1.2	Zahlenformate.....	402
10.1.3	Rechenwerke.....	404
10.1.4	Steuerwerk.....	416
10.1.5	Speicherorganisation.....	430
10.2	Hochleistungs-DSPs.....	436
10.2.1	DSP-Familie ADSP-2106x der Firma Analog Devices.....	437
10.2.2	VLIW-DSPs TMS320C6XXX von Texas Instruments.....	441
10.2.3	Multiprozessor-Kopplung von DSPs.....	445
ANHANG.....		455
A.1	JTAG-Test-Port.....	455
A.2	Fehlersuche in Maschinenprogrammen.....	461
A.3	Takterzeugung.....	466
A.4	Erzeugung eines RESET-Signals.....	468
A.5	Zur Beschreibung von Signalen und Steuerbits.....	469
A.6	Open-Collector- und Open-Drain-Eigenschaft.....	470
A.7	Grundlagen der Mikroprogramm-Steuerwerke.....	471
A.8	Realisierung eines Barrel Shifters.....	472
A.9	Der ASCII-Code.....	473
LITERATUR.....		475
INDEX.....{.....		477