Norbert Heesel
Werner Reichstein

Mikrocontroller-Praxis

Vieweg Software-Trainer Microsoft Access

von Dagmar Sieberichs und Hans-Joachim Krüger

Telekommunikation mit dem PC

von Albrecht Darimont

Quattro Pro für Windows

von Bernd Kretschmer und Uwe Grigoleit

Mikrocontroller-Praxis

von Norbert Heesel und Werner Reichstein

DTP-Praxis mit PageMaker 5

von Wolfgang Müller

Das Vieweg Buch zu FoxPro für Windows

von Dieter Staas

Management-Support mit Lotus Improv

von Bernd Kretschmer und Uwe Grigoleit

Multimedia PC

von Arnim Müller

Norbert Heesel
Werner Reichstein

Mikrocontroller Praxis

Ein praxisorientierter Leitfaden für Hard- und
Software-Entwicklung auf der Basis der
80(C)51x-Familie

Heesel, Norbert:

Mikrocontroller-Praxis : ein praxisorientierter Leitfaden für
Hard- und Software-Entwicklung auf der Basis der 80(C)51x-
Familie / Norbert Heesel ; Werner Reichstein. - Braunschweig
; Wiesbaden : Vieweg 1993

ISBN-13: 978-3-528-05366-6

e-ISBN-13: 978-3-322-87806-9

DOI: 10.1007/978-3-322-87806-9

NE: Reichstein, Werner:

Das in diesem Buch enthaltene Programm-Material ist mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Die Autoren und der Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

Alle Rechte vorbehalten

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1993

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1993

Der Verlag Vieweg ist ein Unternehmen der Verlagsgruppe Bertelsmann International.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Gedruckt auf säurefreiem Papier

ISBN-13: 978-3-528-05366-6

Dieses Buch widmen wir unseren Kindern.

Lisa, Nicole, Philipp und Tina

Vorwort

Mikrocontroller sind in vielen technischen Bereichen als Steuerungselement eingeführt. In Maschinen- und Robotersteuerungen, in der Kraftfahrzeug-Elektronik, in der Automatisierungstechnik oder als "Embedded Control"-Applikationen verrichten sie ihren Dienst und können durch ihre Programmierbarkeit an die gestellten Aufgaben jeweils individuell angepaßt werden.

Durch Implementierung verschiedenster Funktionen (on chip devices) stehen funktionsfähige Single-Chip-Lösungen als 4-Bit- bis 32-Bit-Ausführungen zur Verfügung. Zur Zeit haben die 8-Bit-Typen die größte Verbreitung, da ihre Leistungsfähigkeit bzgl. Wortbreite und Verarbeitungsgeschwindigkeit häufig ausreicht.

Auf der Basis des Mikrocontrollers 80(C)51/31 bieten die verschiedensten Hersteller aufwärtskompatible Mikrocontroller an, die alle als 8051-Derivate bezeichnet werden.

Die vorliegende Publikation beschäftigt sich ausführlich mit dem Mikrocontroller 80(C)51/31, da dessen Funktionen sich in allen anderen Ausführungen wiederfinden. Weiterführend werden anschließend die zusätzlichen Eigenschaften der Mikrocontroller 80(C)515/535 und 80C517/537 der Fa. Siemens dargestellt.

Im Gegensatz zu vielen anderen Veröffentlichungen, die zu diesem Thema erschienen sind, beschränkt sich die Darstellung nicht nur auf technische Sachinformationen, vielmehr werden in vielen praktischen Übungen die vorhandenen Möglichkeiten verdeutlicht. Von daher ist dieses Buch weit mehr als ein technisches Handbuch; als praxisorientierter Leitfaden ermöglicht es die eigenständige Einarbeitung in ein interessantes und wichtiges Gebiet der Steuerungstechnik.

Die Struktur des vorliegenden Buches befähigt den Neuling, sich die erforderlichen Grundinformationen zu beschaffen und sie anschließend am konkreten Beispiel zu vertiefen. Das Kapitel Assembler-Programmierung führt in die maschinenorientierte Programmierung der Mikrocontroller ein und wird durch die vollständige Beschreibung aller Assemblerbefehle komplettiert.

Für den erfahrenen Programmierer finden sich zahlreiche, in die Tiefe gehende Fallbeispiele, die es ihm erlauben, individuelle Lösungen zu finden.

Es liegt eine Diskette mit allen im Buch abgedruckten Programm-Listings bei, die von den Autoren auf einem eigenen Entwicklungssystem erstellt und ausgetestet wurden.

Das unermüdliche Korrekturlesen von Christa Heesel hat wesentlich zum Gelingen dieses Buches beigetragen.

Weitere hilfreiche Unterstützung erhielten wir von den Firmen:

Aldus Software GmbH, Hamburg
DTP-Partner, Hamburg
ELSA GmbH, Aachen
Hewlett Packard GmbH, Böblingen
Micrografx GmbH, München

Alsdorf, im September 1993

Norbert Heesel, Werner Reichstein

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
Einleitung	13
1. Schematischer Aufbau eines Rechnersystems	15
1.1 Aufbau eines Mikrocomputer-Systems	17
1.2 Aufbau eines Mikrocontrollers	21
1.3 Aufbau eines Bus-Systems	25
2. Leistungsmerkmale der 80(C)51/31-Familie	29
2.1 Leistungsmerkmale der 80(C)51/31	31
2.2 Leistungsmerkmale der 80(C)515/535	37
2.3 Leistungsmerkmale der 80C517/537	47
3. Speicherkonzepte	55
3.1 Speicherkonzept 80(C)51/31	57
3.2 Speicherkonzept 80(C)515/535 und 80C517/537	63
4. Externer Bus	73
4.1 CPU-Timing	75
4.2 Externer Daten- und Programmspeicher	79
4.3 Zugriff auf den externen Programmspeicher	85
4.4 Zugriff auf den externen Datenspeicher	97
5. Interne I/O-Ports	101
5.1 Interne I/O-Ports 80(C)51/31	103
Schematischer Aufbau von Port 1 und Port 3	104
Alternative Funktionen von Port 3	110
Schematischer Aufbau von Port 2	111
Schematischer Aufbau von Port 0	112
Read-Modify-Write-Eigenschaften	115
Zeitverhalten der Ports	117

5.2	Interne I/O-Ports 80(C)515/535	119
	Alternative Funktionen von Port 1	120
	Analoger Eingabe-Port 6	121
5.3	Interne I/O-Ports 80C517/537	123
	Alternative Funktionen von Port 1	124
	Alternative Funktionen von Port 4	124
	Alternative Funktionen von Port 5	125
	Alternative Funktionen von Port 6	125
	Schematischer Aufbau von Port 7 und Port 8	126
6.	Interne Timer/Counter-Funktionen	129
6.1	Timer/Counter-Funktionen 80(C)51/31	131
	Betriebsart 0	136
	Betriebsart 1	137
	Betriebsart 2	138
	Betriebsart 3	139
	Programmierung der Timer/Counter-Funktionen	141
	Benötigte Special Function Register	151
6.2	Timer/Counter-Funktionen 80(C)515/535	157
	Standard-Funktionen von Timer Nr. 2	159
	Programmierung der Standard-Funktionen	163
	Reload-Funktion von Timer Nr. 2	168
	Compare-Funktion von Timer Nr. 2	179
	Compare Mode 0	180
	Compare Mode 1	196
	Verwendung der externen Interrupt-Eingänge in Kombination mit dem Compare Mode	204
	Capture-Funktion von Timer Nr. 2	206
	Capture-Mode 0	206
	Capture-Mode 1	208
	Benötigte Special Function Register	211
6.3	Timer/Counter-Funktionen 80C517/537	221
	Compare/Capture-Einheit	222
	Standard-Funktionen von Timer Nr. 2	225
	Compare-Funktionen von Timer Nr. 2	226
	Concurrent-Compare-Funktion von Timer Nr. 2	231
	Capture-Funktionen von Timer Nr. 2	240
	Compare Timer	242

Compare-Funktionen des Compare Timers	246
Benötigte Special Function Register	255
7. Serielle Schnittstelle	271
7.1 Serielle Schnittstelle 80(C)51/31	273
Mode 0	276
Mode 1	280
Mode 2	284
Mode 3	288
Einstellung der Baud-Raten	290
Multiprozessor-Kommunikation	292
Benötigte Special Function Register	293
7.2 Serielle Schnittstelle 80(C)515/535	297
7.3 Serielle Schnittstelle 80C517/537	299
Benötigte Special Function Register	308
8. A/D-Wandler	313
8.1 A/D-Wandler 80(C)515/535	315
Referenzspannungs-Bereich	319
Erhöhung der Auflösung	321
Zeitverhalten	324
8.2 A/D-Wandler 80C517/537	331
9. Interrupt-Technik	339
9.1 Funktion eines Interrupt-Systems	341
Interrupt-Priorität	343
Zeitlicher Ablauf der Interrupt-Bearbeitung	348
9.2 Interrupt-Technik 80(C)51/31	351
Externe Interrupts INT0# und INT1#	351
Interne Timer Interrupts	353
Serial Port Interrupt	354
Interrupt-Prioritäten	357
Benötigte Special Function Register	369
9.3 Interrupt-Technik 80(C)515/535	375
Externe Interrupts INT0# und INT1#	378
Externe Interrupts INT2# und INT3#	380
Externe Interrupts INT4, INT5 und INT6	382
Interne Timer Interrupts	384
Serial Port Interrupt	387

	A/D-Wandler Interrupt	388
	Interrupt-Priorität	391
	Benötigte Special Function Register	402
9.4	Interrupt-Technik 80C517/537	415
	Compare Timer Interrupt	416
	Serial Port Interrupt 1	417
	Benötigte Special Function Register	424
10.	Befehlssatz der Mikrocontroller-Familie 80(C)51/31	427
10.1	Adressierungsarten	429
10.2	Transfer-Befehle	433
10.3	Logik-Befehle	453
10.4	Arithmetik-Befehle	467
10.5	Bitverarbeitungs-Befehle	487
10.6	Schiebe-Befehle	490
10.7	Sprung-Befehle	507
10.8	Unterprogramm-Befehle	529
11.	Assembler-Programmierung	535
11.1	Programm-Ablaufpläne	537
11.2	Lineare Programme	547
11.3	Schleifen-Programme und Verzweigungen	557
11.4	Unterprogramme	575
	Stack Pointer	576
12.	Anhang	583
12.1	Befehlslisten	585
	Tabellen Special Function Register	592
	Stichwortverzeichnis	595