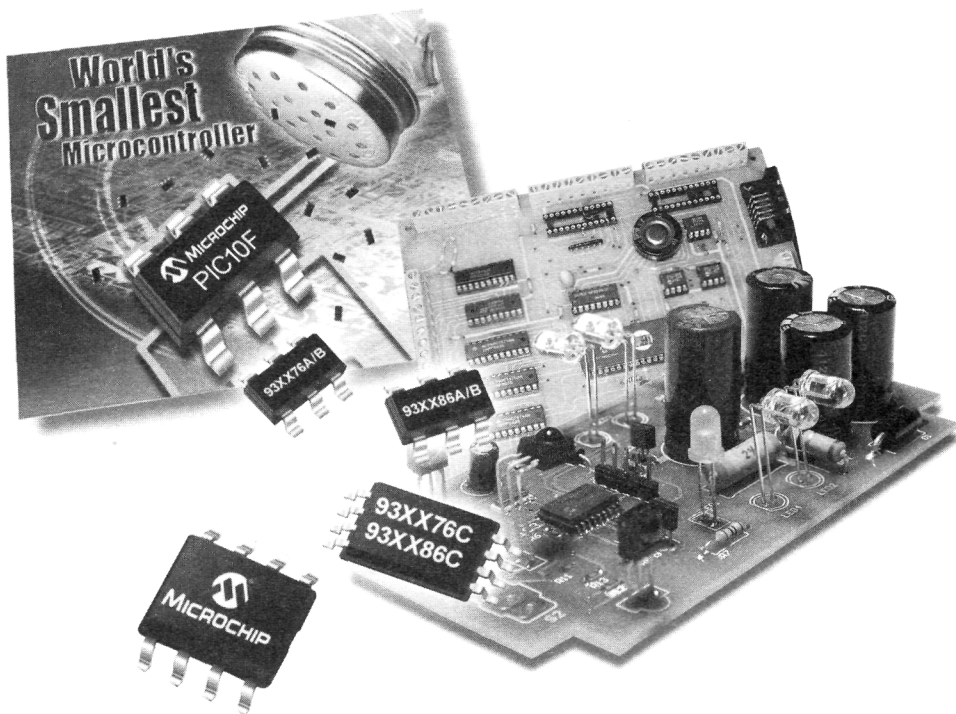


Anne & Manfred König



Das große

2. überarbeitete Auflage

PIC-Micro Handbuch

Mit 103 Abbildungen

Inhalt

PIC-Microcontroller im Jahr 2007	15
Neues bei den 8 Bit-PICs	15
Baustein-Auswahl	16
1 Grundlagen	19
1.1 Architektur und Funktionsweise	20
1.2 Befehlsstruktur	22
1.3 Der Befehlssatz	24
1.4 Datenspeicher	25
1.5 Indirekte Daten-Adressierung	27
1.6 Programmspeicher	27
1.7 I/O-Ports	30
1.8 Special Function Register	33
1.9 Interrupts	33
1.10 Oszillator	37
1.11 Timer	39
1.11.1 Timer0	39
1.11.2 Timer1	40
1.11.3 Timer2	41
1.11.4 Watchdog-Timer	41
1.12 SLEEP-Modus	42
1.13 RESET	43
1.13.1 Power-on RESET	44
1.13.2 Brown-out RESET	45
1.13.3 /MCLR- und WDT-RESET	45
1.14 Hardware-Module	46
1.14.1 AD-Wandler	47
1.14.2 Komparator	49
1.14.3 Komparator mit SR-FlipFlop	51
1.14.4 CCP/ECCP-MODUL	52
1.15 Konfiguration	56

2	Serielle Kommunikationen	58
2.1	Eigenschaften serieller Schnittstellen	58
2.1.1	Bitmanagement	59
2.1.2	Bitfelder	59
2.1.3	Master und Slaves	60
2.2	SSP-Modul (SPI und I2C)	61
2.2.1	SPI-Betriebsweise	62
2.2.2	SPI-Beispiel	63
2.2.3	SPI-Initialisierung	64
2.2.4	SPI-Probleme?	64
2.2.5	I2C-Betriebsweise mit SSP/MSSP-Modul	65
2.2.6	I2C-Initialisierung	66
2.2.7	I2C-Betriebsweise ohne Hardware-Modul	66
2.3	USART-Modul	67
2.3.1	Asynchroner Betrieb (UART)	67
2.3.2	Addressable USART (AUSART)	70
2.3.3	Initialisierung	70
2.3.4	Enhanced USART (EUSART)	73
2.3.5	RS232-Anwendung	73
2.4	CAN-Bus	75
2.4.1	Nun folgt ein Auszug aus der Diplomarbeit von Klaus Koschinsky:	76
2.4.2	Beispiel eines CAN-Programms	78
2.5	LIN-Bus	80
2.5.1	LIN-Betriebsweisen	81
2.5.2	LIN-Firmware-Lösung	82
2.6	USB	88
2.6.1	Einstiegshilfen von Microchip	89
2.6.2	Antworten auf Einsteigerfragen	92
3	PIC18	96
3.1	Architektur und CPU	97
3.2	Programmspeicher	99
3.3	Zugriffe auf den Programmspeicher	99
3.3.1	Lesen des Programmspeichers	100
3.3.2	Schreiben in den Programmspeicher	100
3.4	Datenspeicher	103
3.4.1	Adressierung der File-Register	103
3.4.2	Return Stack	104
3.4.3	Fast Register Stack	106
3.5	I/O Ports	107
3.5.1	LAT-Register	107
3.5.2	PORTA bis PORTL	109

3.6	Timer	110
3.6.1	Gepufferte 16-Bit-Timer-Register	111
3.6.2	TMR0	112
3.6.3	Watchdog Timer	113
3.6.4	Timer1 und Timer3	113
3.6.5	TIMER2 (und TIMER4)	115
3.7	Interrupts	116
3.8	Reset	120
3.9	Hardware-Module	120
3.10	Neue Befehle	121
3.10.1	Befehlsstruktur	121
3.10.2	Statusregister	122
3.10.3	Befehle mit File-Register-Argument	122
3.10.4	Neue Arithmetikbefehle	124
3.10.5	Bit-Befehle	125
3.10.6	Toggle	125
3.10.7	Befehle mit indirekter Adressierung	126
3.10.8	Zwei-Wort-Befehle	128
3.10.9	Relative Verzweigungsbefehle	131
3.10.10	Neue bedingte Skip-Befehle	132
3.10.11	Multiplikation	132
3.11	Kompatibilität	134
3.11.1	Hardware-Kompatibilität	135
3.11.2	Assembler-Kompatibilität	135
3.11.3	Was sagt MPASM18?	139
3.11.4	Fazit (Checkliste)	143
3.11.5	Abwärtskompatibilität	144
4	Power Management	146
4.1	Betriebsarten	147
4.2	Oszillatorklassen	147
4.3	OSCCON-Register	148
4.4	Power-managed Modes	149
4.5	Moduswechsel im RUN-Zustand	150
4.5.1	SLEEP-Befehl	150
4.5.2	Rückkehr zum Primary RUN-Mode	151
4.6	Aufwachen aus IDLE und SLEEP	152
4.6.1	Aufwachen durch Interrupt	152
4.6.2	Aufwachprozeß	153
4.7	Oszillatorwechsel	153

5	Die neuen PIC10F	156
5.1	Die Eigenschaften im Überblick:	156
5.2	Hardware-Eigenschaften	157
5.2.1	Speicherausbau und vorhandene Module.	157
5.2.2	Gehäuseformen und Pinanzahl.	157
5.2.3	Interner RC-Oszillator	157
5.2.4	In-circuit serielle Programmierung	159
5.2.5	Die inneren Werte; 5X-Core und seine Folgen	160
5.2.6	Die Pins im Einzelnen:	161
5.2.7	Das Komparator-Modul	164
5.2.8	Der 8-Bit AD-Wandler.	165
6	rfPIC	166
6.1	Der PIC-Teil	167
6.2	Der HF-Teil	167
6.2.1	Maximale Datenrate	167
6.2.2	Modulation	167
6.2.3	Sendefrequenzen	168
6.2.4	Schaltbare Ausgangsleistung	169
7	PIC-Programmieren in Assembler	170
7.1	Zahlenformate	170
7.1.1	Worte aus zwei Bytes	171
7.1.2	Negative Zahlen	172
7.1.3	Bruchrechnung	173
7.1.4	Rechnen mit Exponentialformaten.	175
7.1.5	Entscheidung über Formate	177
7.1.6	Genauigkeit	179
7.2	Funktionen	180
7.3	Verwendung von Makros	181
7.4	Programmstrukturen.	187
7.5	Modulare Programmierung	188
7.5.1	Modulkompetenzen	189
7.5.2	Variablen	191
7.5.3	Flags	192
7.6	Ereignisse erfassen	193
7.6.1	Regelmäßiges Abfragen (Pollen)	195
7.6.2	Zeitereignisse	195
7.6.3	Warten auf Flanken	198
7.6.4	Erfassung per Interrupt.	199
7.7	Organisation von Software Timern	201
7.7.1	Software Timer-Beispiel	202

7.7.2	Timer-Genauigkeit	205
7.8	Hauptschleifen	206
7.8.1	Asynchrone Schleife	207
7.8.2	Getriggerte Hauptschleifen	208
7.8.3	Getaktete Hauptschleifen	208
8	Entwicklungssystem MPLAB 7.60	212
8.1	Installation	212
8.2	Die ersten Schritte	213
8.3	Überblick, die Menüpunkte betreffend	217
8.3.1	File:	217
8.3.2	Edit:	218
8.3.3	View:	221
8.3.4	Project:	227
8.3.5	Debugger:	228
8.3.6	Programmer:	230
8.3.7	Tools:	231
8.3.8	Configure:	232
8.3.9	Window:	235
8.3.10	Help:	236
8.4	Der Assembler MPASM	237
8.4.1	TITLE-Anweisung	237
8.4.2	IF-Anweisung	238
8.4.3	LIST-Anweisung	239
8.4.4	INCLUDE-Anweisung	239
8.4.5	__CONFIG-Anweisung	240
8.4.6	__IDLOCS-Anweisung	240
8.4.7	EQU-Anweisung	240
8.4.8	CBLOCK-Anweisung	240
8.4.9	#DEFINE-Anweisung	241
8.4.10	ORG-Anweisung	242
8.4.11	BANKSEL-Anweisung, PAGESEL-Anweisung	243
8.4.12	FILL-Anweisung	243
8.4.13	END-Anweisung	244
8.4.14	Herstellen von EEPROM-Daten mit MPASM	244
9	Der ICD2, der In-circuit Debugger und Programmer	247
9.1	Das ICD2-Interface	251
9.1.1	MCLR	252
9.1.2	VCC	252
9.1.3	GND	252
9.1.4	PGC und PGD	253

9.2	Der Debugger-Modus	253
9.3	Reservierungen und Einschränkungen des Debug-Modus	254
9.4	Der Programmier-Modus	254
9.5	Bedienung des ICD2	255
9.6	Inbetriebnahme des ICD2	256
9.6.1	Software	256
9.6.2	Hardware	256
10	Demo Boards und Developer's Kits	259
10.1	Grundausstattung	259
10.1.1	Stromversorgung	259
10.1.2	Oszillatorteil	259
10.1.3	V.24-Treiber	261
10.1.4	LED-Reihe	261
10.1.5	Tasten	262
10.1.6	großes Lochrasterfeld, mit GND- und +5V-Anschlüssen	263
10.1.7	ein Potentiometer	263
10.2	Überblick	263
10.3	Kurze Vorstellung einiger dieser Werkzeuge	264
10.3.1	PICDEM1:	264
10.3.2	PICDEM2 plus	265
10.3.3	PICDEM3:	268
10.3.4	PICDEM4:	268
10.3.5	PICKIT1	271
10.3.6	PICKit 2 Development Programmer/Debugger	273
10.3.7	PICDEM MSC	274
10.3.8	PICDEM CAN	276
10.4	Praktische Anwendungen	278
10.4.1	Das PICDEM 2 plus	278
10.4.2	MCP251X CAN Development Kit	280
11	Peripheriebausteine	282
11.1	Schnittstellenwandler	282
11.1.1	CAN	282
11.1.2	IRDA	285
11.1.3	LIN	286
11.1.4	I2C-I/O-Expander	287
11.2	Speicherbausteine	289
11.2.1	SPI-Bus/Microwire	289
11.2.2	I2C-Bus	289
11.3	Operationsverstärker und Komparatoren	291
11.3.1	MCP654X	291

11.3.2	MCP604X	292
11.3.3	MCP6S2X	293
11.3.4	Die Low cost-OPs	294
11.3.5	Linear building blocks, lineare Bausteine	295
11.4	AD-Wandler	296
11.5	DA-Wandler	297
11.6	Digitale Potentiometer	298
11.6.1	Innere Werte	298
11.6.2	Typenvielfalt	299
11.6.3	Verwendungszweck	299
11.7	Temperatursensoren	300
11.8	Reset-Generatoren	303
11.8.1	Innere Werte	304
11.8.2	Gehäusevarianten	304
11.8.3	Alternativer Verwendungszweck	304
11.8.4	Auswahlliste:	305
11.9	LDO-Spannungsregler	305
11.10	MOSFET-Treiberbausteine	307
11.10.1	Low-side-Treiber TC4421	308
11.10.2	High-side-Treiber LTC1154	309
11.11	Uhrenbausteine	310
11.11.1	DS1302	310
11.11.2	DS1307	310
11.12	Netzteildesign	312
Sachverzeichnis		315