

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Vorwort | 9 |
| 1 Einführung | 11 |
| 1.1 Grundlagen | 12 |
| 1.1.1 Rechnerstrukturen | 12 |
| 1.1.2 Rechenwerk und Registersatz | 13 |
| 1.1.3 Zahlendarstellungen | 18 |
| 1.1.4 Steuerwerk und Programmstrukturen | 26 |
| 2 Die PIC-Controller | 31 |
| 2.1 Die Struktur der PIC-Controller | 32 |
| 2.1.1 Der RAM-Datenspeicher | 33 |
| 2.1.2 Der Flash-Programmspeicher | 35 |
| 2.1.3 Die Peripherie | 37 |
| 2.2 Die Entwicklung von Software | 38 |
| 2.3 Entwicklungssysteme | 40 |
| 2.4 Einführendes Assemblerbeispiel | 42 |
| 3 Assembler für PIC 10/12/16 | 47 |
| 3.1 Assembleranweisungen | 51 |
| 3.2 Operationen | 54 |
| 3.2.1 Byteoperationen | 56 |
| 3.2.2 Bitoperationen | 63 |
| 3.2.3 16bit Wortoperationen | 65 |
| 3.3 Verzweigungen und Schleifen | 67 |
| 3.4 Makroanweisungen und Pseudobefehle | 73 |
| 3.5 Unterprogramme | 76 |
| 3.6 Interrupt | 80 |
| 3.7 Der Datenzugriff auf die Speicherbereiche | 86 |
| 3.7.1 Der Flash-Programmspeicher | 87 |
| 3.7.2 Die indirekte RAM-Adressierung | 90 |
| 3.7.3 Die EEPROM-Adressierung | 93 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 3.7.4 | Die Flash-Adressierung (PIC 16F87x)..... | 99 |
| 3.8 | Die Systemsteuerung..... | 103 |
| 3.9 | Die Peripherieprogrammierung..... | 105 |
| 3.9.1 | Die Parallelschnittstellen..... | 106 |
| 3.9.2 | Der Timer0 und der Watchdog Timer..... | 108 |
| 3.9.3 | Die serielle USART-Schnittstelle | 113 |
| 3.9.4 | Der Analog/Digitalwandler..... | 118 |
| 3.10 | Anwendungsbeispiele | 122 |
| 3.10.1 | Die ASCII-Zeichencodierung | 122 |
| 3.10.2 | Die dezimale Zahlenumwandlung..... | 125 |
| 3.10.3 | Taktunabhängige Warteschleifen..... | 129 |
| 3.10.4 | Die Multiplikation und Division | 131 |
| 3.10.5 | 16bit Arithmetik | 134 |
| 3.10.6 | Die dezimale Ein/Ausgabe | 138 |
| 3.11 | Die PIC12-Familie | 143 |
| 3.11.1 | Die SFR-Steuerregister | 145 |
| 3.11.2 | Die Interruptsteuerung | 146 |
| 3.11.3 | Die Peripherieprogrammierung | 147 |
| 4 | Assembler der PIC18-Familie | 157 |
| 4.1 | Operationen..... | 159 |
| 4.1.1 | Byteoperationen | 160 |
| 4.1.2 | Bitoperationen..... | 169 |
| 4.1.3 | Wortoperationen..... | 170 |
| 4.2 | Verzweigungen und Schleifen | 172 |
| 4.2.1 | Programmspeicher und unbedingter Sprung | 173 |
| 4.2.2 | Verzweigungsbefehle..... | 175 |
| 4.2.3 | Bedingte Vergleichsbefehle | 177 |
| 4.2.4 | Bedingte Bit-Testbefehle | 179 |
| 4.2.5 | Bedingte Schleifenbefehle | 180 |
| 4.3 | Makroanweisungen | 183 |
| 4.4 | Unterprogramme | 185 |
| 4.5 | Interrupt..... | 190 |
| 4.5.1 | Die nichtpriorisierte Interruptsteuerung | 192 |
| 4.5.2 | Die priorisierte Interruptsteuerung | 193 |
| 4.5.3 | Die externen Interrupts..... | 195 |
| 4.6 | Der Datenzugriff auf die Speicherbereiche | 203 |
| 4.6.1 | Die indirekte RAM-Adressierung | 204 |
| 4.6.2 | Der Flash-Lesezugriff | 209 |
| 4.6.3 | Die EEPROM-Adressierung | 213 |
| 4.6.4 | Der Flash-Schreibzugriff..... | 218 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 4.7 | Die Systemsteuerung | 223 |
| 4.8 | Anwendungsbeispiele | 227 |
| 4.8.1 | Siebensegmentausgabe einer Digitaluhr | 227 |
| 4.8.2 | USART-Zeichenfunktionen | 230 |
| 4.8.3 | USART-Stringfunktionen | 232 |
| 4.8.4 | USART-Ausgabefunktionen für Zahlen | 234 |
| 4.8.5 | USART-Eingabefunktionen für Zahlen | 238 |
| 5 | Der Linker (Binder) | 245 |
| 5.1 | Assemblerdirektiven für verschieblichen Code | 247 |
| 5.2 | Die Linkerskriptdatei | 252 |
| 5.3 | Das Binden von Objektdateien | 253 |
| 6 | C-Programmierung (PIC18) | 257 |
| 6.1 | Allgemeiner Aufbau eines C-Programms | 264 |
| 6.1.1 | Zeichensatz und Bezeichner | 264 |
| 6.1.2 | Datentypen, Konstanten und Variablen | 265 |
| 6.1.3 | Gültigkeitsbereich, Lebensdauer und Speicherzugriff | 268 |
| 6.1.4 | Präprozessoranweisungen | 270 |
| 6.1.5 | Makro-Anweisungen und Funktionen | 272 |
| 6.2 | Operationen | 275 |
| 6.2.1 | Gemischte Ausdrücke | 275 |
| 6.2.2 | Arithmetische und logische Operationen | 276 |
| 6.2.3 | SFR-Register und Bitoperationen | 279 |
| 6.2.4 | Vergleichsoperationen, Bitbedingungen und Schalter | 281 |
| 6.2.5 | Zeiger und Operationen mit Zeigern | 283 |
| 6.3 | Programmstrukturen | 285 |
| 6.3.1 | Schleifenanweisungen | 285 |
| 6.3.2 | Verzweigungen mit bedingten Anweisungen | 289 |
| 6.3.3 | Anwendungsbeispiele | 291 |
| 6.4 | Zusammengesetzte Datentypen | 297 |
| 6.4.1 | Felder und Zeichenketten (Strings) | 297 |
| 6.4.2 | Strukturen und Bitfelder | 303 |
| 6.4.3 | Die Adressierung des EEPROM-Speichers | 305 |
| 6.5 | Funktionen | 307 |
| 6.6 | Die Eingabe und Ausgabe von Zahlen | 311 |
| 6.6.1 | Funktionen für Zeichen und Texte | 312 |
| 6.6.2 | Funktionen für die Ein/Ausgabe von Zahlen | 316 |
| 6.6.3 | Systemfunktion für die Ein/Ausgabe | 321 |
| 6.7 | Die Interruptsteuerung | 323 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 7 | Die PIC18-Peripherie | 327 |
| 7.1 | Die Parallel Schnittstellen..... | 330 |
| 7.2 | Die Timereinheiten | 334 |
| 7.2.1 | Die Interruptsteuerung der Timer..... | 335 |
| 7.2.2 | Der Timer0..... | 338 |
| 7.2.3 | Der Timer1 | 341 |
| 7.2.4 | Der Timer2 | 344 |
| 7.2.5 | Der Timer3 | 347 |
| 7.2.6 | Der Capture/Compare/PWM-Betrieb (CCP)..... | 350 |
| 7.2.7 | Der Watchdog Timer..... | 361 |
| 7.3 | Die serielle USART-Schnittstelle | 362 |
| 7.4 | Der Analog/Digitalwandler..... | 372 |
| 7.5 | Die Analogkomparatoren | 377 |
| 7.6 | Die serielle MSSP-Schnittstelle | 382 |
| 7.6.1 | Der SSP-Betrieb | 383 |
| 7.6.2 | Der I ² C-Betrieb | 388 |
| 8 | Die PIC10-Familie | 397 |
| 8.1 | Die SFR-Register | 398 |
| 8.2 | Die Assemblerprogrammierung | 401 |
| 8.3 | Die Peripherie-Einheiten..... | 404 |
| 9 | Anwendungen | 411 |
| 9.1 | Schaltungstechnik | 411 |
| 9.2 | Anzeigeeinheiten..... | 416 |
| 9.3 | Eingabeeinheiten..... | 426 |
| 9.4 | Analoge Schnittstellen | 431 |
| 9.5 | Sensoren und Aktoren | 436 |
| 9.6 | Projekte | 442 |
| 9.6.1 | Projekt Hexadezimaldecoder | 442 |
| 9.6.2 | Projekt Direktansteuerung einer LCD-Anzeige | 446 |
| 9.6.3 | Projekt Würfelspiel | 451 |
| 9.6.4 | LCD-Anzeige und Tastenfeld | 465 |
| 10 | Anhang | 477 |
| 11 | Register | 489 |