

## Inhalt

<b>1 Überblick über die Mikrocontroller</b>	<b>11</b>
1.1 Feature-Vergleich der Mikrocontroller	13
1.2 Aufbau und Funktionsweise des PIC 16F876A	13
1.2.1 Blockschaltbild	13
1.2.2 Der Flash-Programmspeicher	14
1.2.3 Datenverarbeitung in der ALU	16
1.2.4 Das Statusregister	16
1.2.5 Adressierung des RAM oder des FileRegisters	17
1.2.6 Aufruf von Unterprogrammen	17
1.2.7 Die indirekte Adressierung	19
1.2.8 Lesen und Schreiben vom internen EEPROM	21
<b>2 Die Assemblerbefehle des PIC16F876A</b>	<b>24</b>
2.1 Befehlsübersicht	25
2.2 Detaillierte Beschreibung der Assemblerbefehle	26
2.2.2 Zahlenformate	28
2.2.3 Logische Verknüpfungen	31
2.2.4 Schiebebefehle	37
2.2.5 Arithmetische Befehle	41
2.2.6 Sprungbefehle	44
2.2.7 Sonstige Befehle	53
<b>3 Die Programmierung mit MPLAB</b>	<b>56</b>
3.1 Installation von MPLAB	56
3.2 Anpassung des Projektverzeichnisses	57
3.3 Anlegen eines Projekts	58
3.4 Die Arbeitsoberfläche	61
3.5 Das Menü View	65
3.5.1 Hardware Stack	66
3.5.2 Watches	66
3.5.3 Disassembly Listing	67
3.5.4 EEPROM	67
3.6 Breakpoints	68
3.7 Simulator	69
3.7.1 Grundeinstellungen	69
3.7.2 Asynchroner Stimulus	70
3.7.3 Zyklischer Stimulus	71
3.7.4 Sonstige Stimulus Tabs	71
3.8 Logicanalyser	72
3.9 In-Circuit-Debugger ICD2	73
3.10 Programmieren	80
3.11 Texteditor	81
<b>4 Die Programmierschnittstelle</b>	<b>82</b>
4.1 Programmierung mit dem ICD2	82
4.2 Ablauf der Programmierung	84
4.3 Die Konfigurationsbits	85
4.3.1 Oszillator	86
4.3.2 Watchdog-Timer	87
4.3.3 Power-Up-Timer	87
4.3.4 Brown-Out Detect	88

4.3.4	Brown-Out Detect	88
4.3.5	Low Voltage Program	88
4.3.6	Data EE Read Protect	88
4.3.7	Flash Program Write	89
4.3.8	Code Protect	89
4.3.9	Konfigurationsbits im Überblick	90
4.4	OTP-Typ	90
<b>5</b>	<b>Das Entwicklungs-Board</b>	<b>91</b>
5.1	Schaltungsbeschreibung der Hardware	91
5.1.1	Netzteil	91
5.1.2	Programmierschnittstelle	92
5.1.3	Taktgenerierung	92
5.1.4	Analoge Spannungen	93
5.1.5	Taster	93
5.1.6	Ausgangstreiber mit Leuchtdioden	94
5.1.7	Infrarotempfänger	94
5.1.8	I <sup>2</sup> C -EEPROM	95
5.1.9	RS-232-Schnittstelle	96
5.1.10	Display	96
5.1.11	Stiftleiste für Erweiterungen	98
5.2	Software	98
5.2.1	Eingebundene Dateien	98
5.2.2	Konfigurationsbits	99
5.2.3	Definitionen	99
5.2.4	Variablen	100
5.2.5	Makros	100
5.2.6	Programmstart	101
5.2.7	Initialisierung	102
<b>6</b>	<b>Die Ein- und Ausgänge</b>	<b>103</b>
6.1	Pinbelegung PIC16F876A	103
6.2	Pinfunktionen im Überblick	104
6.3	Digitale Ein- und Ausgänge	107
6.4	Beispielprogramm: LED-Muster	111
<b>7</b>	<b>Die Timer</b>	<b>112</b>
7.1	Der 8-Bit-Timer(Timer0)	112
7.2	Der 16-Bit-Timer (Timer1)	114
7.3	Das Timer2-Modul	118
<b>8</b>	<b>Verarbeitung analoger Signale</b>	<b>121</b>
8.1	Die Analog-Digital-Wandlung	121
8.1.1	A/D-Wandlung nach der sukzessiven Approximation (Wägeverfahren)	122
8.1.2	Übertragungsfunktion des A/D-Wandlers	124
8.1.3	Berechnung des Spannungswerts	126
8.1.4	Aufteilung des digitalisierten Werts	127
8.2	Beispielprogramm: Voltmeter	127
8.3	Die 16-Bit-Addition	130
8.4	Die 16-Bit-Subtraktion	131
8.5	Analyse des digitalisierten Werts	131
<b>9</b>	<b>Anzeige von Daten auf einem Display</b>	<b>136</b>
9.1	Der Displaycontroller	136

9.1.1	Zeichensatz	137
9.1.2	Display Ansteuervarianten	138
9.2	Display-Initialisierung	140
9.3	Die Hardwareschnittstelle	142
9.3.1	Unterprogramm für das Schreiben eines Kommandos	143
9.3.2	Unterprogramm für das Schreiben eines Zeichens	144
9.3.3	Makro für die Initialisierung des Displays	145
9.4	Beispielprogramm: Hello World	146
<b>10</b>	<b>Anzeigen einer analogen Spannung</b>	<b>149</b>
10.1	Berechnung der Spannung	149
10.2	Unterprogramm AD_konvertieren	151
10.3	Umwandlung der Binärzahl in eine Dezimalzahl	153
10.4	Das Hauptprogramm	155
<b>11</b>	<b>Messung des Widerstands und der Leistung</b>	<b>159</b>
11.1	Die Strommessung	159
11.2	Die binäre Multiplikation	160
11.3	Die binäre Division	163
11.4	Anzeige der berechneten Leistung	168
11.5	Anzeige des berechneten Widerstands	171
<b>12</b>	<b>Datenübertragung über die serielle Schnittstelle (RS-232)</b>	<b>177</b>
12.1	Die serielle Schnittstelle RS-232	178
12.1.1	Anschluss der seriellen Schnittstelle	178
12.1.2	Protokoll der RS-232-Schnittstelle	179
12.2	Software zur Datenübertragung	180
12.3	Verwendung der USART-Schnittstelle	181
12.3.1	Einstellen der Baudrate	182
12.3.2	Einstellung der Register 7XSTA und RCSTA	182
12.4	Beispielprogramm: PC-Steuerung	184
<b>13</b>	<b>Datenübertragung über den PC-Bus</b>	<b>189</b>
13.1	Funktionsweise der PC-Schnittstelle	189
13.2	Ansteuerung eines EEPROM	191
13.3	Beispielprogramm: Messwertspeicherung	193
13.3.1	Das Unterprogramm Schreibe_EEPROM	196
13.3.2	Das Unterprogramm Lese_EEPROM	199
<b>14</b>	<b>Schalten über eine Infrarot-Fernbedienung</b>	<b>203</b>
14.1	Das RC5-Protokoll	203
14.2	Beispielprogramm: IR-Schalter	208
<b>15</b>	<b>Anhang</b>	<b>215</b>
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>239</b>