

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Zahlendarstellung | 11 |
| 1.1 | Zehner- oder Dezimalsystem | 11 |
| 1.2 | Binärsystem | 11 |
| 1.2.1 | Positive Binärzahlen | 11 |
| 1.2.2 | Positive und negative Zahlen im Binärsystem | 12 |
| 1.2.3 | Rechnen im Binärsystem..... | 13 |
| 1.3 | Oktalsystem | 14 |
| 1.4 | Hexadezimalsystem | 15 |
| 2 | Hardware | 17 |
| 2.1 | Richtlinien zur Auswahl der Hardware | 17 |
| 2.2 | Hardware-Auswahl bei einer Investition von 100 Euro | 17 |
| 2.2.1 | STK500 | 17 |
| 2.2.2 | Dragon mit Arduino | 19 |
| 2.3 | Hardware-Auswahl bei einer Investition von 50 Euro | 21 |
| 2.3.1 | STK500-kompatibler Programmieradapter mit Arduino | 21 |
| 2.4 | Hardware-Auswahl bei einer Investition von deutlich unter 50 Euro..... | 22 |
| 2.4.1 | Arduino mit Bootloader..... | 22 |
| 2.5 | Alternative Entwicklungs-Boards | 27 |
| 2.6 | Alternative Programmiergeräte..... | 27 |
| 2.7 | Empfehlung..... | 27 |
| 3 | Softwaretools zur Programmierung..... | 29 |
| 3.1 | Entwicklungsumgebung | 29 |
| 3.2 | Blinklicht mit dem Atmel Studio 6 | 29 |
| 3.3 | Blinklicht mit CodeVisionAVR | 35 |
| 4 | Perfektionskurs in C..... | 41 |
| 4.1 | Variablen und Konstanten | 41 |
| 4.1.1 | Character | 41 |
| 4.1.2 | Integer | 42 |
| 4.1.3 | Long..... | 43 |
| 4.1.4 | Float und Double | 43 |
| 4.2 | Entscheidungsstrukturen | 43 |
| 4.2.1 | If..... | 43 |
| 4.2.2 | If-else | 45 |
| 4.2.3 | If-else-Kette | 45 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.2.4 | Kurzform für die Kontrollstruktur mit ternärem Operator | 46 |
| 4.2.5 | Switch | 46 |
| 4.3 | Modulooperator | 48 |
| 4.3.1 | Zerlegen einer Zahl in Einer- und Zehnerstelle | 48 |
| 4.3.2 | Umwandlung einer dreistelligen Zahl in einen String | 48 |
| 4.3.3 | Modulo in einer Schleife mit dem Schleifenindex | 49 |
| 4.4 | Bitweiser Zugriff auf ein Byte | 49 |
| 4.4.1 | Setzen von Bits mit dem Oder-Operator | 50 |
| 4.4.2 | Löschen von Bits mit dem Und-Operator | 51 |
| 4.4.3 | Toggeln von Bits mit dem Exklusiv-Oder-Operator | 51 |
| 4.5 | Unterprogramme | 51 |
| 4.5.1 | Definition, Deklaration und externe Vereinbarung | 52 |
| 4.6 | Zeiger | 54 |
| 4.6.1 | Zeiger auf Integer | 54 |
| 4.7 | Schleifen | 56 |
| 4.7.1 | For-Schleife | 57 |
| 4.7.2 | While-Schleife | 58 |
| 4.7.3 | Do-while-Schleife | 59 |
| 4.7.4 | Schleifen aussetzen | 60 |
| 4.8 | String | 60 |
| 4.8.1 | Aufbau von Strings | 60 |
| 4.8.2 | String-Funktionen mit Format-String | 64 |
| 4.9 | Ausgabe mit Formatangabe | 64 |
| 4.10 | Eingabe mit Formatangabe | 67 |
| 4.11 | Arrays und Zeiger | 68 |
| 4.11.1 | Zeiger und Adressen | 68 |
| 4.11.2 | Funktion String-Länge mit Zeiger | 69 |
| 4.11.3 | Funktion strlen() mit Zeigerarithmetik | 70 |
| 4.11.4 | Zeichenketten und Character-Zeiger | 70 |
| 4.11.5 | Array von Zeigern | 71 |
| 5 | Die serielle Schnittstelle | 73 |
| 5.1 | Die serielle Schnittstelle am PC | 73 |
| 5.2 | Elektrisches Signal der seriellen Schnittstelle | 73 |
| 5.3 | Verdrahtung der RS-232-Schnittstelle | 75 |
| 5.4 | Verfügbares Terminal-Programm | 77 |
| 5.4.1 | Hyperterminal | 77 |
| 5.4.2 | HTerm | 82 |
| 5.4.3 | Terminal der Entwicklungsumgebung CodeVisionAVR | 82 |
| 5.5 | Terminal-Programme im Sourcecode | 84 |
| 5.5.1 | Terminal-Programm mit LabVIEW | 84 |
| 5.5.2 | Terminal-Programm mit C# | 85 |
| 5.6 | Terminal-Programm testen | 94 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 6 | Programmierung der seriellen Schnittstelle des AVR..... | 95 |
| 6.1 | Programmierung mit CodeVisionAVR | 95 |
| 6.2 | Programmierung im Atmel Studio | 101 |
| 6.3 | Programmierung der seriellen Schnittstelle mit formatierter Ein- und Ausgabe | 107 |
| 6.4 | Interruptgesteuerte Programmierung mit verfügbarer Bibliothek | 110 |
| 7 | Grundfunktionen der Timer | 111 |
| 7.1 | Timerinterrupt mit CodeVisionAVR..... | 112 |
| 7.2 | Timerinterrupt mit Atmel Studio | 116 |
| 7.3 | CTC-Modus des Timers ohne Interrupt | 119 |
| 7.4 | CTC-Modus des Timers mit Interrupt | 121 |
| 7.5 | Pulsweitenmodulation (PWM) mit Timer 1 | 122 |
| 7.5.1 | Ein PWM-Signal mit Timer 1 erzeugen | 123 |
| 7.5.2 | PWM-Signal erzeugen und Interrupt auflösen | 124 |
| 7.5.3 | Gleichzeitig zwei PWM-Signale mit dem Timer 1 erzeugen..... | 125 |
| 8 | Digitale Ein- und Ausgabe ohne externe integrierte Schaltkreise (ICs)..... | 127 |
| 8.1 | Einlesen von digitalen Signalen..... | 127 |
| 8.1.1 | Direktes Einlesen eines einzelnen digitalen Signals | 127 |
| 8.1.2 | Einlesen eines Tasters | 128 |
| 8.1.3 | Taster einlesen und entprellen mit nachfolgender Auswertung einer Flanke | 130 |
| 8.1.4 | Einlesen einer 4x4-Tastatur..... | 132 |
| 8.1.5 | Einlesen einer 3x4-Tastatur mit Diodenlogik | 134 |
| 8.2 | Ausgabe digitaler Signale | 137 |
| 8.2.1 | Ansteuerung einer einzelnen Siebensegmentanzeige | 137 |
| 8.2.2 | Ansteuerung von zwei Siebensegmentanzeigen nach dem Multiplexprinzip..... | 139 |
| 8.2.3 | Ansteuerung eines Siebensegmentdisplays mit 2½ Stellen nach dem Multiplexprinzip | 142 |
| 8.2.4 | Ansteuerung von Leuchtdiode mit möglichst wenigen Leitungen ... | 145 |
| 9 | Ein- und Ausgabe mit ICs zur Verminderung der Port-Leitungen | 149 |
| 9.1 | Tastatur mit Demultiplexer und Prioritätsencoder..... | 149 |
| 9.2 | Siebensegmentanzeige mit Schieberegister..... | 152 |
| 10 | Endlicher Automat | 157 |
| 10.1 | Allgemeine Einführung | 157 |
| 10.2 | Vor-Rück-Zähler mit endlichen Automaten und Zustandsdiagramm | 157 |
| 10.3 | Codeschloss..... | 160 |
| 10.4 | Entprellen von Kontakten | 162 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 10.5 | Auswertung von Schaltflanken | 165 |
| 10.6 | Auswertung eines Inkrementalgebers (Drehgeber) | 167 |
| 11 | Schrittmotor | 171 |
| 11.1 | Allgemeine Informationen | 171 |
| 11.2 | Prinzipielle Arbeitsweise | 172 |
| 11.3 | Aufbau und Ansteuerung von Elektromagneten | 173 |
| 11.4 | Endstufe für bipolare und unipolare Schrittmotoren | 174 |
| 11.5 | Wicklungsarten | 178 |
| 11.6 | Programme zur Ansteuerung | 178 |
| 11.6.1 | Einfaches Programm | 179 |
| 11.6.2 | Schrittmotoransteuerung im Interrupt | 180 |
| 11.6.3 | Schrittmotoransteuerung über die RS-232-Schnittstelle | 181 |
| 11.7 | Mikroschrittansteuerung | 184 |
| 12 | Distanzmessungen mit Ultraschallsensoren | 189 |
| 12.1 | Funktionsweise | 189 |
| 12.2 | Ultraschallsensor SRF02 | 189 |
| 12.3 | Ultraschall-Eigenbausensor | 193 |
| 13 | Transistorkennlinie aufnehmen und grafisch darstellen | 201 |
| 13.1 | Arbeitsweise des Kennlinienschreibers | 201 |
| 13.2 | Darstellung der Daten in Excel | 201 |
| 13.3 | Darstellung der Daten mit einem grafischen LCD | 208 |
| 14 | Schwebende Kugel | 213 |
| 14.1 | Prinzip und Versuchsaufbau | 213 |
| 14.2 | Regelungstechnisches Modell | 214 |
| 14.3 | Schaltplan | 216 |
| 14.4 | Programm für die schwebende Kugel | 218 |
| 14.5 | Aufbau und Inbetriebnahme | 220 |
| 15 | EKG | 223 |
| 15.1 | Grundlegendes zum Elektrokardiogramm | 223 |
| 15.2 | Sicherheitshinweis | 224 |
| 15.3 | Einfache EKG-Schaltung | 224 |
| 15.4 | EKG-Shield von Olimex | 226 |
| 15.5 | Darstellung der Daten in Excel | 228 |
| 15.6 | Darstellung der Daten in einem grafischen LC-Display | 231 |
| | Anhang | 235 |
| | Stichwortverzeichnis | 239 |