

Mikrocontrollertechnik

MODUL

C

Copyright ©

Das folgende Werk steht unter einer Creative Commons Lizenz (<http://creativecommons.org>). Der vollständige Text in Deutsch befindet sich auf <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/de/legalcode>.



Creative Commons License Deed

Namensnennung-NichtKommerziell-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 2.0 Deutschland

Sie dürfen:



den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich aufführen



Bearbeitungen anfertigen

Zu den folgenden Bedingungen:



Namensnennung. Sie müssen den Namen des Autors/Rechtsinhabers nennen.



Keine kommerzielle Nutzung. Dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.



Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Wenn Sie diesen Inhalt bearbeiten oder in anderer Weise umgestalten, verändern oder als Grundlage für einen anderen Inhalt verwenden, dann dürfen Sie den neu entstandenen Inhalt nur unter Verwendung identischer Lizenzbedingungen weitergeben.

- Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen die Lizenzbedingungen, unter die dieser Inhalt fällt, mitteilen.
- Jede dieser Bedingungen kann nach schriftlicher Einwilligung des Rechtsinhabers aufgehoben werden.
- Nothing in this license impairs or restricts the author's moral rights.

Die gesetzlichen Schranken des Urheberrechts bleiben hiervon unberührt.

Das Commons Deed ist eine Zusammenfassung des Lizenzvertrags in allgemeinverständlicher Sprache.

Inhaltsverzeichnis MODUL C

C0 Wiederholung.....	1
Kurze Zusammenfassung Modul B.....	1
Software-UART.....	3
Software-UART zum Senden.....	3
Software-UART zum Empfangen.....	7
Software-UART mit Interrupt.....	9
C1 A/D- und D/A-Wandler.....	11
A/D-Wandler.....	11
Die Initialisierung des A/D-Wandlers.....	13
Die Referenzspannungsquelle (ADMUX).....	13
Anordnung im Datenregister (ADMUX).....	13
Der Kanalmultiplexer (ADMUX).....	14
Der Vorteiler (ADCSRA).....	15
Weitere Einstellungen.....	15
Polling.....	16
Interrupts.....	16
Beispiel für eine Initialisierung (Polling, Single Conversion Mode).....	17
Die SF-Register des A/D-Wandlers.....	17
Das ADMUX Register.....	17
Das ADC Kontroll- und Statusregister A.....	19
Das Sonderfunktionsregister SFIOR.....	20
Das 16-Bit ADC Datenregister.....	21
A/D-Wandlung mittels Polling.....	22
Single Conversion Mode.....	22
Free Running Mode.....	23
A/D-Wandlung mittels Interrupt (Auto Trigger).....	24
Free Running Mode.....	24
Wandlung auslösen mit dem externen Interrupt 0.....	26
Wandlung auslösen mit dem Timer 0.....	27
Weitere Aufgaben.....	28

D/A-Wandler.....	30
Das R-2R-Netzwerk.....	30
Weitere Aufgaben.....	33
C2 Timer.....	37
Einführung.....	37
Was ist ein Timer?.....	37
Was kann man mit Timern tun?.....	37
Grundsätzliche Funktionsweise des Timers.....	38
Der Timer als Zeitgeber.....	38
Überlauf mit dem Timer 0.....	38
Initialisierung des Timer 0 für den Überlauf-Interrupt.....	39
Überlauf mit dem Timer 0 mit Voreinstellung.....	41
Der Timer als Zähler (Counter).....	42
Timer 0 als Zähler (Counter).....	42
Pulsweitenmodulation mit dem Timer.....	42
Pulsweitenmodulation mit Timer 0.....	43
Funktionsweise des "Fast PWM"-Modus:.....	43
Initialisierung des Timer 0 für den "Fast-PWM"-Modus.....	44
Die SF-Register des Timer 0.....	45
Das Timer/Counter Control Register TCCR0.....	45
Das Timer/Counter Interrupt Mask Register TIMSK.....	46
Das Timer/Counter Interrupt Flag Register TIFR.....	47
Das Timer/Counter Register 0 TCNT0.....	48
Das Output Compare Register 0 OCR0.....	48
Weitere Aufgaben.....	48
C3 Die I2C Schnittstelle (TWI).....	49
Einführung.....	49
Der synchrone I2C-Bus.....	50
Die I2C-Datenübertragung.....	50
Das I2C-Protokoll.....	51
Die Adressierung.....	52
Die TWI-Schnittstelle des ATmega32A.....	52

Die Initialisierung der TWI-Schnittstelle.....	52
Polling.....	53
Interrupt.....	53
Die Bitrate der Schnittstelle (TWBR und TWSR).....	53
Die SF-Register der TWI-Schnittstelle.....	54
Das Kontroll-Register TWCR.....	54
Das Status-Register TWSR.....	55
Das Bitraten-Register TWBR.....	56
Das Datenregister TWDR.....	56
Das Adress-Register TWAR.....	57
Die I2C-Bibliothek.....	57
Bus initialisieren mit I2CINI.....	57
Startbit senden mit I2CSTA.....	58
Daten senden mit I2CSND.....	59
Daten empfangen und ACK senden mit I2CRAK.....	59
Daten empfangen und NACK senden mit I2CRNA.....	59
Stoppbit senden mit I2CSTO.....	60
Die Echtzeituhr (RTC) DS1307.....	60
I2C-Daten zur Echtzeituhr senden.....	61
I2C-Daten von der Echtzeituhr empfangen.....	62
Das EEPROM 24LC256.....	63
I2C-Daten zum EEPROM senden.....	64
I2C-Daten vom EEPROM empfangen.....	65
Weitere Aufgaben (für Fortgeschrittene).....	67
C4 Die SPI Schnittstelle.....	75
Einführung.....	75
Aufbau der SPI-Schnittstelle.....	75
Verdrahtung und Schieberichtung.....	75
Die SPI-Modi und die Geschwindigkeit.....	77
Funktionsweise der SPI-Schnittstelle.....	78
Die Initialisierung der SPI-Schnittstelle.....	79
Die SF-Register der SPI-Schnittstelle.....	80

Das SPI Control Register SPCR.....	80
Das SPI Status Register SPSR.....	81
Das SPI Data Register SPDR.....	82
Ansteuerung eines Slaves mittels Polling.....	82
Ansteuerung eines Slaves mittels Interrupt.....	84
Weitere Aufgaben.....	86
C5 Die USB-Schnittstelle.....	89
Kurze Einführung zu USB.....	89
USB-Transfer.....	89
Endpunkte.....	90
Control Transfer.....	91
Der SETUP-Abschnitt (1 Transaktion).....	91
Der DATEN- und der STATUS-Abschnitt (Handshake).....	92
Der schreibende Control Transfer (Data OUT).....	92
Der lesende Control Transfer (Data IN).....	92
Die Enumeration.....	93
Der Geräte-Deskriptor.....	94
Der Konfigurations-Deskriptor.....	95
Der Schnittstellen-Deskriptor.....	95
Der Endpunkt-Deskriptor.....	96
Die String-Deskriptoren.....	96
Firmware AT90USBKEY.....	97
Kurze Beschreibung der Firmware.....	97
Hauptprogramm:.....	97
USB-Bibliothek.....	97
Treiberfunktionen:.....	97
Enumeration:.....	97
Anwendungskommunikation:.....	98
Zur Kommunikation mit den Endpunkten:.....	98
Control Endpunkt 0.....	98
SETUP-Abschnitt:.....	98
DATA IN und STATUS-Abschnitt:.....	98
DATA OUT und STATUS-Abschnitt:.....	99
OUT Endpunkt.....	99
IN Endpunkt.....	100

Übersicht zur Firmware.....	101
Das Hauptprogramm (at90usbkey_firmware...)	101
Die USB-Bibliothek (SR_USB.asm, usb_srs.c).....	102
Die Interrupt-Service-Routinen.....	102
USB_GEN (USB GENeral Interrupt).....	103
USB_COM (USB Endpoint/Pipe COMmunication Interrupt).....	103
Die Unterprogramme.....	104
Basisinitialisierungen mit INIDEV und INIEP.....	104
Die Enumeration mit SETUP.....	106
SNDDDES (usb_send_descriptor).....	108
Die Anwendungskommunikation.....	109
EP1_SP (usb_ep1_setpd4_7).....	109
EP2_AD (usb_ep2_readadc).....	110

