

Kennung: PC-MT03
Datum: 12.11.95
Stichworte: PC, Meßtechnik, Druckerport, A/D-Wandler

Klaus Kohl

Der A/D-Wandler am Druckerport

Nach dem Einführungsartikel und dem im letzten Teil vorgestellten Interrupttreiber kommen wir jetzt zur PC-Hardware. Anhand eines A/D-Wandlers am Druckerport wird die Verwendung dieser auch bei Laptops verfügbaren Schnittstelle zur Datenerfassung gezeigt. Der Artikel beschreibt dazu neben dem Aufbau des PC-Druckerports auch den Aufbau und die Programmierung des kommerziell verfügbaren Meßsystems μ Meter4.

1. Der PC-Druckerport

Meistens wird die 25polige Buchse des Centronics-Port direkt mit dem Drucker verbunden. Jedoch kann man diese Schnittstelle auch als reinen Digitalport ansehen, der über eine Reihe von Ein- und Ausgängen verfügt. Die Pegel sind zwar nicht so genau definiert, liegen aber meist bei 5V (bei neueren PCs manchmal nur bei 3.3V). Neuere Schnittstellenkarten haben sogar die Möglichkeit zur Umschaltung der 8 Datenleitungen als Eingang. Da dies aber nicht immer garantiert ist, wurde es hier nicht genutzt. Eine zusätzliche Option des Druckerports ist die Auslösung eines Interrupts durch einen externen Impuls. Dies wird hier auch nicht verwendet, könnte aber für andere Meßsysteme z.B. zur Erzeugung eines externen Timerinterrupts für "gerade" Frequenzen herangezogen werden.

1.1. Pinbelegung

Folgende Liste zeigt die Maximalbelegung eines Druckerports. Bei den Leitungen, die mit einem "/" gekennzeichnet sind, ist das Signal Low-Aktiv und deshalb im Ruhezustand auf 1 (entspricht 5V). Zusätzlich muß man bei der Programmierung darauf achten, daß einige Portleitungen über Inverter gehen und deshalb der im Programm verwendete Wert (1 oder 0) umgekehrt zu Status der Leitung ist.

Pin	Richtung	Verwendung
1	Ausgang*	/Strobe Ein Low-Impuls zeigt an, daß Daten verfügbar sind
2-9	Ausgang*	Datenbit 0-7
10	Eingang	/Acknowledgment Ein >0.5 μ s dauernder Impuls zeigt an, daß der Drucker bereit ist
11	Eingang	Busy Ein High-Pegel an dieser Leitung zeigt an, daß der Drucker blockiert ist
12	Eingang	Paper End Bei einem High-Pegel hat der Drucker kein Papier mehr
13	Eingang	Select Status Bei einem High-Pegel ist der Drucker angewählt

14	Ausgang	/Auto Feed Bei Low-Pegel erzeugt der Drucker automatisch bei CR ein Line-Feed
15	Eingang	/Error Bei Low-Pegel besteht ein Fehler am Drucker(Papier, Offline ...)
16	Ausgang	/Initialize Ein Low-Pegel von mindestens 50us initialisiert den Drucker
17	Ausgang	/Select (nicht immer vom Drucker genutzt) Mit einem Low-Signal wird der Drucker angewählt
18-25		Masse

* Im Extended Mode werden diese Pins als Eingänge verwendet

1.2. Speicheradressen

Beim Bootvorgang sucht der PC automatisch auf drei Adressen (\$3BC, \$378 und \$278) nach einem Druckerport. Damit aber intelligente Karten weitere Druckerports installieren und Anwenderprogramme diese Adressen ermitteln können, gibt es in den BIOS-Variablen vier Speicherstellen für die Basisadresse der vorhandenen Schnittstellen. Nicht verfügbare Ports werden mit dem Wert 0 gekennzeichnet.

Adresse der BIOS-Variable	Verwendung
\$0040:\$0008/9	Basisadresse von Druckerport 1 (meist \$0378)
\$0040:\$000A/B	Basisadresse von Druckerport 2 (meist \$0278)
\$0040:\$000C/D	Basisadresse von Druckerport 3
\$0040:\$000E/F	Basisadresse von Druckerport 4

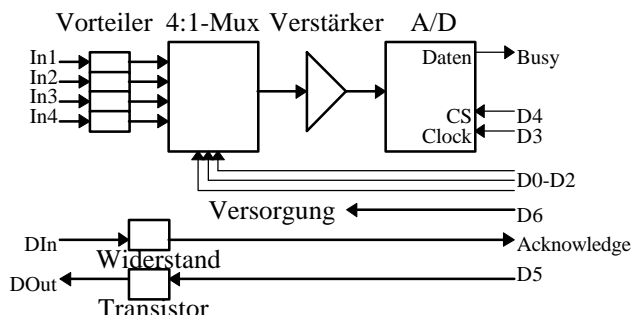
Bei jedem angegebenen Druckerport werden bis zu 8 Adressen für die Programmierung belegt. Davon sind aber nur 3 hier beschrieben, da über sie die gesamte Schnittstelle gesteuert wird. Man muß darauf achten, daß beim Schreiben und Lesen eines Ports die Bits manchmal unterschiedlich belegt sind. Beim Lesen des Werts der Datenleitungen (Offset 0) erhält man den tatsächlichen externen Status und kann dadurch z.B. Kurzschlüsse feststellen.

Offset	Richtung	Bit	Bedeutung
0	Schreiben	0-7	Wert an den Datenleitungen Pin 2-9
0	Lesen	0-7	Wert von den Datenleitungen Pin 2-9
1	Lesen	0/1	nicht verwendet
		2	0: Interrupt steht an (Acknowledge empfangen)
		3	Invertierter Status der /Error-Leitung (Pin 15)
		4	Status der Select-Leitung (Pin 13)
		5	Status der Paper-End-Leitung (Pin 12)
		6	Status der /Acknowledge-Leitung (Pin 10)
		7	Invertierter Status der Busy-Leitung (Pin 11)
2	Lesen	0	Invertierter Status der /Strobe-Leitung (Pin 1)
		1	Invertierter Status der /Auto-Feed-Leitung (Pin 14)
		2	Status der /Initialize-Leitung (Pin 16)
		3	Invertierter Status der /Select-Printer-Leitung (Pin 17)
		4	Bei 1 ist Interrupt durch /Acknowledge-Leitung möglich
		5-7	nicht verwendet
2	Schreiben	0	/Strobe-Status (invertiert zum Pin 1)
		1	/Auto-Feed-Status (invertiert zum Pin 14)
		2	/Initialize-Status (zum Pin 16)
		3	/Select-Printer-Status (invertiert zum Pin 16)
		4	1: Interrupt aktivieren
		5	1: Pins 2-9 sind als Eingänge verwendet
		6/7	nicht verwendet

2. Das Meßsystem μ Meter4

Bei dem hier vorgestellten Meßsystem handelt es sich um ein an den Parallelport anschließbaren Dongle, der über folgende Eigenschaften verfügt:

- 4-Kanal-Multiplexer (100KOhm Eingangswiderstand)
- 10Bit-A/D-Wandler
- Einen durchgeschleiften Eingang
- Einen Open-Collector-Ausgang



Durch Verwendung anderer Multiplexer und eines genaueren A/D-Wandlers kann natürlich auch ein 8Kanal-12Bit-Wandler gebaut werden (unter dem Namen μ Meter8 verfügbar). Man hat aber dann das Problem, daß der Strombedarf nicht mehr durch nur ein Datenbit gedeckt werden kann. Die Geschwindigkeit des A/D-Wandlers ist meist höher als die Auslesegeschwindigkeit, da daß Toggeln der Bits zum Auslesen der Daten auch auf einem 100MHz-Pentium-Prozessor sehr lange dauert.

Damit ein evtl. angeschlossener Drucker nicht wahllos Zeichen ausgibt und/oder bei späterer Verwendung auch reagiert, wurde auf die Umprogrammierung des Druckerports verzichtet. Statt dessen wird die Steuerung nur über die Datenleitung realisiert.

Bit	Bedeutung der Datenleitungen (Offset 0)
7	Reserviert (auf 0 lassen)
6	Versorgung des μ Meter4 (muß immer auf 1 sein)
5	Steuerleitung zum Transistor des Digitalausgang (invertiert)
4	Chip Select des A/D-Wandlers (Low-Aktiv)
3	Clock für den A/D-Wandler
2..0	Multiplexer für die Eingangskanäle %000: Eingang 1 %001: Eingang 2 %010: Eingang 3 %011: Eingang 4 %1xx: Reserviert (Bit 2 deshalb immer auf 0 lassen)

Über die Eingänge für Busy und Acknowledge werden dann die Daten des A/D-Wandlers bzw. der Status des Digitaleingangs abgefragt. Eine weitere, hier als "reserviert" bezeichnete Leitung erlaubt dem mitgelieferten Meßprogramm NextView die Kontrolle, ob das μ Meter4 oder das μ Meter8 verwendet wird.

Bit	Bedeutung der Statusbits (Offset 1)	
	als Druckerport	bei μ Meter4
7	Busy	invertierte A/D-Datenleitung
6	Acknowledge	invertierter Digitaleingang
5	Paper fail	für μ Meter-Erweiterungen reserviert
4	Select-Signal	nicht verwendet
3	Error-Signal	nicht verwendet
2..0	reserviert (nicht durch PC unterstützt)	

Ein in den Anleitungen der µMeter abgedruckten FORTH-Listing beschreibt sowohl die Grundroutinen zur Abfrage des A/D-Wandlers und des Digitaleingangs als auch ein Wort zum Setzen des Digitalausgangs. Meist muß vor Verwendung des Programmes noch das Timing in DELAY angepaßt oder die Schnittstellenadresse umgestellt werden.

```

\ Variablen und Konstanten ( 21.07.94/KK )

$0378 Constant base \ Basisadresse für LPT1
Variable a \ Zustand des Ausgabeports

: delay ( u -- ) \ u Mikrosekunden warten
0 DO LOOP ;

\ Grundroutinen ( 21.07.94/KK )
: init ( -- ) \ Initialisierung des Druckerports
$60 a !
$60 base pc! ;

: getad ( kanal -- mw )
a @ $f8 and + 1- a ! \ Kanal in Ausgabewert einbinden
a @ base pc!
&500 delay
a @ $10 + base pc!
a @ base pc!
&21 delay
0
&10 0 DO
2*
base 1+ pc@ $80 and 0=
IF 1+ THEN
a @ $08 + base pc!
a @ base pc!
LOOP ;

: getdi ( -- flag )
base 1+ pc@ $40 and
IF false ELSE true THEN ;

: setdo ( flag -- )
a @ $20 or
swap IF $df and THEN
dup a !
base pc! ;

```

Der Ablauf einer A/D-Abfrage:

Der eigentliche Ablauf für eine Einzelmessung ist wie nachfolgend beschrieben. Das Ergebnis im 16Bit-Wert mw ist eine 10Bit-Zahl (Bereich 0..1023), wobei 0 den Spannungswert 0.00V und 1024 den Spannungswert 10.00V repräsentiert.

- Wahl des gewünschten Analogeingangs (Bit 0..2, Rest unverändert lassen)
- ca. 500us zur Stabilisierung der Spannung warten
- Chip-Select setzen und löschen (Bit 4, startet die Wandlung)
- 21us bis zum Abschluß der Wandlung warten
- Wert auslesen
 - Wert 0 vorgeben
 - Folgende Schleife 10 mal wiederholen:
 - Wert durch linksschieben verdoppeln (Bit 0 = 0)
 - Wert erhöhen, wenn Busy-Bit gelöscht ist
 - Clock-Leitung setzen und sofort wieder löschen (nächste Datenbit anfordern)
- 21us vor nächsten Zugriff auf A/D-Wandler warten (nächste Wandlung läuft)

3. Weitere Möglichkeiten des Druckerports

Natürlich sind viele Verbesserungen sowohl bei Aufbau als auch bei der Programmierung des μ Meter möglich. Jedoch funktioniert der hier vorgestellte Ansatz und stellt damit eine verwendbare Lösung für fast alle PCs dar. Da das Ziel dieses Artikels eine ausführliche Beschreibung des Druckerports ist, wurde der Aufbau des Meßsystems (auch wegen rechtlicher Gründe) nur schematisiert dargestellt. Ich werde aber in kommenden Folgen dieser Serie aber noch selbst zu bauende Meßsysteme und Sensoranschlüsse vorstellen.

Außer dem Anschluß eines A/D-Wandlers sind mit einem Druckerport viele andere, zum Teil in dieser Zeitschrift schon angesprochene Anwendungen möglich. Einige Beispiele werden wir nach den Einführungsartikeln noch in dieser Serie kennenlernen.

- Ausgabeeinheiten:
 - 8*8-LED-Matrix
 - Schrittmotorsteuerung
 - (Optokoppelte) Ausgänge mit Relais und Thyristoren
- Eingabeeinheit:
 - Selbstgebauten A/D-Wandler nach dem Joystick-Prinzip
 - (Optokoppelte) Eingänge (bis 24 V)
 - Anschluß von Sensoren mit digitalen Ausgängen (z.B. pulswidenmoduliert Temperatur- und Lichtsensoren)
- Schnittstellen zu externen Systemen (nicht nur Meßtechnik)
 - Interface zu IEC, SCSI, Ethernet und anderen Bussystemen
 - Downloader für EPROM-Simulator
 - Parallel angeschlossene Digital-Oszilloskope
 - Die Background-Debugger-Schnittstelle zu Motorola 68XXX-Prozessoren

4. Literatur zur Programmierung des Druckerports

c't-Serie PC-Bausteine
 Details über die Centronics-Parallel-Schnittstelle
 c't 1988, Heft 6, Seite 166ff

Thom Hogan
 Die PC-Referenz für Programmierer
 Microsoft Press

Frank van Gillaue
 The undocumented PC
 The Andrew Schulmann Programming Series
 Addison-Wesley Publishing Company

5. Bezugsquelle für Meßsysteme μ Meter4/8

Dr. Schetter BMC IGmbH
 Boschstr. 10
 82178 Puchheim/München
 Tel. 089/8002403

Conrad Electronic GmbH
 Klaus-Conrad-Straße 1
 92240 Hirschau
 Tel. 0180/5312111