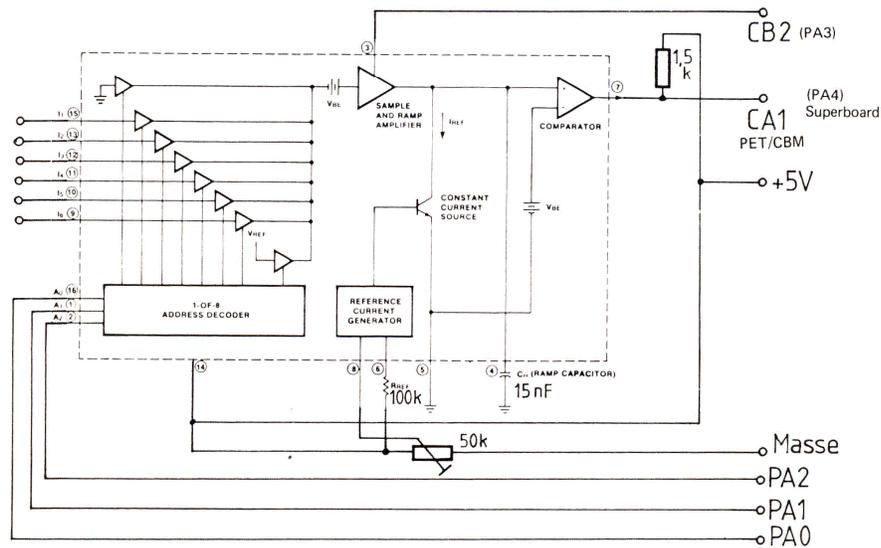


Einfacher 6-Kanal-Analog-Digital-Wandler

Einfacher 6-Kanal-Analog-Digital-Wandler

Die Erfassung analoger Meßgrößen wie Spannung, Strom etc. und die sich daraus ableitenden Werte wie Temperatur, Feuchte, Druck, Winkelgrößen etc. werden in Zukunft eine große Rolle in der Microcomputertechnik spielen. Viele Halbleiterhersteller bieten heute preiswerte, integrierte Analog-Digitalwandler an, welche

sich sehr einfach an einen 8 Bit-Personalcomputer ausschließen lassen. Fairchild fertigt einen einfachen, leistungsfähigen und trotzdem preiswerten 6-Kanal 8-Bit-Wandler, der sehr leicht an Kleinrechner wie z.B. den Commodore Rechner, OHIO Superboard, AIM oder ATARI betrieben werden kann.



Schaltbild vom Analog/Digital-Wandler

Abb. 1 zeigt die Anschlüsse am Userport des CBM (oder 6522 allgemein). Der wesentliche Teil der Ansteuerung ist allerdings durch die Software gegeben. Das Meßverfahren des Wandlers beruht darauf, daß zunächst während eines Ramp-Start-Pulses der externe Kondensator C auf die am Analogeingang anliegende Spannung aufgeladen wird. (Der jeweilige Analogeingang wird mit A0...A3 angewählt). Sobald der Ramp-Start-Puls auf High geht, entlädt sich der Kondensator C mit einem konstanten Strom. (Dieser Strom ist durch den Wert der Referenzspannung U_{ref} und dem Widerstand R gegeben). Nach Entladung von C schaltet der Komparatorausgang Ramp-Stop auf Low. Die Entladezeit t des Kondensators ist demnach die Zeit

zwischen der Ramp-Start Flanke und dem High-Low Sprung von Ramp-Stop und ist direkt proportional zu der angelegten Analogspannung. Die Analog-Digitalwandlung wird also im wesentlichen durch eine Zeitmessung bewirkt. Die Software des Rechners muß also den jeweiligen Analogeingang anwählen, einen Ramp-Start Puls erzeugen und eine Zeitmessung bis zur negativen Flanke an Ramp-Stop durchführen. Da es sich um ein Echtzeitproblem handelt, muß die Software auf Maschinenebene erstellt werden. Ein Beispiel ist das beigefügte Maschinenprogramm. In der vorliegenden Form ist es in einem EPROM ab Adresse \$ BF5B abgespeichert und wird mit SYS 48987 aufgerufen. Nach Vorbereitung der entsprechenden Kontrollregister des

VIA 6522 wird das Unterprogramm aufgerufen, daß eine A-D Wandlung des Kanals durchführt, wird, dessen Wert durch das Y-Register gegeben ist.

Nach Anwählen des Analogkanals wird zunächst für 400 Mikrosekunden der Ramp-Start-Puls an CB2 ausgegeben. Die Zeitmessung geschieht dann durch Inkrementieren des Registers X und Abfrage des Ramp-Stop-Ausganges an CA1. Damit die Interruptroutine des CBM die Zeitmessung nicht verfälscht, ist während der zeitkritischen Vorgänge mit SEI der Interrupt abgeschaltet. Die gemessenen Werte werden in den Speicherzellen 03D7...03DE abgelegt. In der Zeile 03D7 ist der Wert für Null Volt Eingangsspannung abgelegt, in der Zeile 03DE ist der digitalisierte Wert für die Referenzspannung vorhanden. (Dieser sollte für bestmögliche Ausnutzung der 8 Bit Genauigkeit möglichst nahe bei FF bzw. 255 liegen). Mit diesen zusätzlich zu den 6 dem jeweiligen Analogeingang zugehörigen Meßwerten läßt sich nun auf einfache Weise vom BASIC her eine Nullpunktkorrektur und Skalierung bewerkstelligen. Das Programm 2 zeigt, wie vom BASIC eine Wandlung initiiert wird und auf die einzelnen Meßwerte zugegriffen wird.

BASIC-Programm für PET/CBM

```

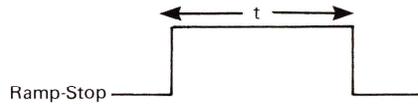
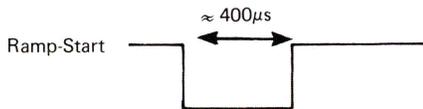
10 SYS 827:REM MESSUNG
20 FOR I = 0 TO 8
30 U(I)=PEEK(983+I) PEEK(983):REM
  NULLPUNKTKORREKTUR
40 NEXT
  
```

Einige Gedanken zum Meßverfahren

Während eines Ramp-Start-Pulses wird der Kondensator C_H auf die am angewählten Analogeingang anliegende Spannung aufgeladen (V_{in}). Sobald nun der Ramp-Start-Puls wieder auf high geht, entlädt sich der Kondensator mit einem konstanten Strom (bestimmt durch V_{ref} und R_{ref}).

Sobald der Kondensator entladen ist, schaltet der Ausgang Ramp-Stop auf low. Per Software muß also die Zeit t zwischen dem Ende des Ramp-Start-Pulses und dem Sprung von Ramp-Stop gemessen werden. Diese Zeit ist direkt proportional der angelegten Analogspannung.

Zeitverlauf der Signale:



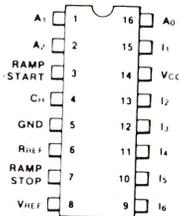
Das nachfolgende Programmbeispiel zeigt, wie die Zeitmessung durchgeführt werden kann. Der ADC $\mu A9708$ wurde dabei an das TOR A eines 6522 angeschlossen: A0 an PA0, A1 an PA1, A2 an PA2, Ramp-Start an PA3 und Ramp-Stop an PA4. In diesem Beispiel wird der Analogeingang 1 angewählt, soll z.B. Eingang 6 angewählt werden, so ist Zeile 5 abzuändern zu LDA # \$06 (A9 06) und Zeile 10 zu LDA # \$0E (A9 0E).

Die Eingangsspannung V_{in} kann variieren zwischen 0V und V_{ref} .

V_{ref} wird, für höchste Auflösung, so eingestellt, daß $V_{in} = V_{ref}$ den Wert FF (bzw. 255) liefert.

**CONNECTION DIAGRAM
16-PIN DUAL IN-LINE**

(TOP VIEW)
PACKAGE OUTLINES 7B 9B
PACKAGE CODES D P



ORDER INFORMATION

TYPE	PART NO.
$\mu A9708$	$\mu A9708DM$
$\mu A9708$	$\mu A9708DC$
$\mu A9708$	$\mu A9708PC$

Anschlußbild des $\mu A9708$

Listing für PET und CBM

```

D:0338-0383      1 2 3      MNC-CODE
I:0338          A0 07 E8      LDY =#07
I:033D          8C 43 E8      STY $E843
I:0340          AD 4C E8      LDA $E84C
I:0343          09 E0          ORA =#E0
I:0345          8D 4C E8      STA $E84C
I:0348          20 5C 03      JSR $035C
I:034E          89           DEY
I:034C          10 FA          BPL $0348
I:034E          AD 4C E8      LDA $E84C
I:0351          29 1F          AND =#1F
I:0353          8D 4C E8      STA $E84C
  
```

```

I:0356 A9 00 LDA =#00
I:0359 8D 43 E9 STA $E843
I:035B 60 RTS
I:035C 8C 41 E9 STY $E841
I:035F AD 4C E9 LDA $E84C
I:0362 29 DF AND =#DF
I:0364 8D 4C E9 STA $E84C
I:0367 78 SEI
I:0368 A2 64 LDX =#64
I:036A CA DEX
I:036B 10 FD BPL #036A
I:036D AD 4C E9 LDA $E84C
I:0370 09 E0 ORA =#E0
I:0372 8D 4C E9 STA $E84C
I:0375 A9 02 LDA =#02
I:0377 E9 INX
I:0378 2C 4D E9 BIT $E84D
I:037B F0 FA BEQ #0377
I:037D 8A TXA
I:037E 99 D7 03 STA #03D7,Y
I:0381 58 CLI
I:0382 60 RTS
I:0383 00 BRK

```

Hex-Dump

```

M:0338-0393
W:0338-0342 A0 07 8C 43 E9 AD 4C E9
W:0343-034A 09 E0 8D 4C E9 20 5C 03
W:034B-0352 8B 10 FA AD 4C E9 29 1F
W:0353-035A 8D 4C E9 A9 00 8D 43 E9
W:035B-0362 60 8C 41 E9 AD 4C E9 29
W:0363-036A DF 8D 4C E9 78 A2 64 CA
W:036B-0372 10 FD AD 4C E9 09 E0 8D
W:0373-037A 4C E9 A9 02 E9 2C 4D E9
W:037B-0382 F0 FA 8A 99 D7 03 58 60
W:0383-038A 00 FF 00 FF 00 FF 00 FB

```

Die gezeigte Analog/Digital-Wandler-Schaltung mit der abgebildeten Software arbeitet prinzipiell an fast allen 6502 Rechnern mit 6522 VIA Port. Dazu gehören der PET/CBM, VC-20, AIM und das Superboard zusammen mit dem ELCOMP-1 Erweiterungssystem.

Das nachfolgende Programm ermöglicht den Betrieb zusammen mit dem Superboard, der ELCOMP-1 Expansionsplatine sowie der 6522 I/O-Karte in Slot 4 (Adresse C0C1).

Listing 2 OHIO SCIENTIFIC

```

D:1000-1024 1 2 3 MNC-CODE
I:1000 A9 0F LDA =#0F
I:1002 8D C3 C0 STA #C0C3
I:1005 A9 08 LDA =#08
I:1007 8D C1 C0 STA #C0C1
I:100A A9 01 LDA =#01
I:100C 8D C1 C0 STA #C0C1
I:100F A2 64 LDX =#64
I:1011 CA DEX
I:1012 10 FD BPL #1011
I:1014 A9 08 LDA =#08
I:1016 8D C1 C0 STA #C0C1
I:1019 EB INX
I:101A AD C1 C0 LDA #C0C1

```

```

I:101D 29 10 AND =#10
I:101F D0 FB BNE #1019
I:1021 8A TXA
I:1022 85 10 STA #10
I:1024 00 BRK

```

V_{ref} = 3.32V liefert \$FF für V_{in} = V_{ref}

V_{ref} = 3.32V liefert \$03 für V_{in} = 0V

Hex-Dump

```

M:1000-1024 0 1 2 3 4 5 6 7
W:1000-1007 A9 0F 8D C3 C0 A9 08 8D
W:1008-100F C1 C0 A9 01 8D C1 C0 A9
W:1010-1017 64 CA 10 FD A9 09 8D C0
W:1018-101F C0 E9 AD C1 C0 29 10 00
W:1020-1027 F8 8A 85 10 00 AA AA 00

```

Die nachfolgenden Bilder zeigen Ihnen den Anschluß der Schaltung am Superboard. Achtung: Hier verwenden wir anstelle CA1 und CB2 die Leitungen PA4 und PA3. Beim PET schließen wir CA1 und CB2 an Pin 7 und 3 des 9708 an. (Siehe Schaltbild). Entsprechend ist auch die Software ausgelegt. Sie liegt beim PET/CBM ab Hex. 033B und beim Superboard ab Hex 1000.

Beim Superboard finden Sie den Meßwert in der Speicherzelle 10 Hex. Durch ständiges PEEK in diese Zelle

100 ?PEEK(16):GOTO100

können Sie den Wert in BASIC auf den Bildschirm holen.

10 POKE 11,0

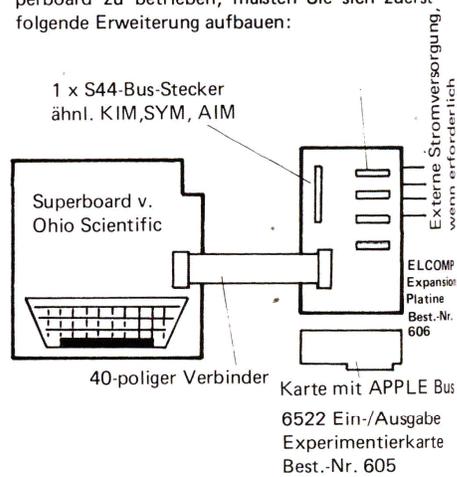
20 POKE 12,16

30 X =USR(X)

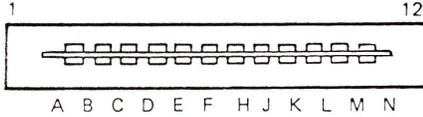
100 PRINT PEEK (16) : GOTO 100

In Speicherzelle 1024 muß der Break-Befehl durch ein RTS = 60 ersetzt werden.

Um die Schaltung mit dem Ohio Scientific Superboard zu betreiben, müßten Sie sich zuerst folgende Erweiterung aufbauen:



USER Port von hinten gesehen



Anschluß beim PET/CBM
 PA0 = C CB2 = M
 PA1 = D CA1 = B
 PA2 = E

A. Schnell, Aachen ■

Qualität zu fairen Preisen

Ergänzen Sie Ihren PET/CBM mit unseren preiswerten Zubehör-Boxen. Auch liefern wir Software für Hobby und Beruf.

EPROM-Programmer für 2758/2516/2716/2532/2732 175,- DM

EPROMs
 2716 19,55 DM / 2532 28,50 DM / 2732 28,50 DM

Schrittmotor-Box komplette Steuermöglichkeiten 125,- DM

Schrittmotor mit Getriebe 300:1 Schritt 9 grad. 125,- DM

12 Bit A/D-Wandler Spannungsmessung mit Vorzeichen 250,- DM

HARD-COPY-ROM Bildschirmkopie a. Drucker p. Befehl 50,- DM

Umlaute-ROM bringt Umlaute und ß auf Bildschirm 50,- DM

RAMs
 2114L 9,75 DM / 4116 11,- DM / 4118/2118 21,- DM

In unserer Lagerliste finden Sie weiteren Zubehör und Computer-Systeme sowie viele aktive und passive Bauelemente.

Die Lagerliste erhalten Sie kostenlos. — Alle Preise incl. Mwst. —

SYSCOMP GmbH & Co. KG

Postfach 40, 7523 Graben-Neudorf 2, Tel.: (0 72 55) 65 99

NEU!

**BASIC -
 Compiler für
 Commodore**

BASIC-Programm von Diskette compilieren — starten, Fertig!

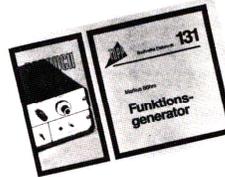
Auch für 14 Tage zur Miete.



Turbinenstr. 4 · 6800 Mannheim 31
 Tel. (06 21) 72 15 15
 Telex 4 36708 spima d
 Händleranfragen erwünscht. Infos anfordern!

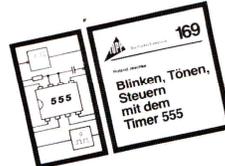


**Buchreihe
 Elektronik**



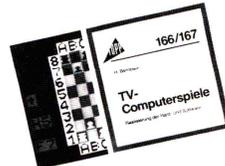
DM 8,-

Best.-Nr. 131
 Böhm
Funktionsgenerator
 80 Seiten, kartoniert.
 Aufbau u. Arbeitsweise,
 Schaltplan, Platinen u.
 Bestückungsplan, An-
 wendungsgebiete u. An-
 wendungsmöglichkeiten



DM 8,-

Best.-Nr. 169
 Jeschke
Blinken Tönen Steuern
 80 Seiten, kartoniert.
 Ein Bauteil, viele Ver-
 wendungsmöglichkeiten
 als Zeitgeber, Flip-Flop,
 Schwellwertschalter,
 Dämmerungsschalter,
 Tonsignalgeber



DM 21,80

Best.-Nr. 166/167
 Bernstein
TV-Computerspiele
 208 Seiten, 111 Abbild.
 Selbstbau eines pro-
 grammierbaren Spiel-
 computers, Aufbauan-
 leitung, Programme,
 Programmierung



DM 17,-

Best.-Nr. 174/175
 Wahl
Minispione V
 128 Seiten, 140 Abbild.
 Minispione, Aufbau u.
 Anwendungsbereiche,
 Kontaktgeber u. profes-
 sionelle Geräte

Informieren Sie sich über weitere Bände. **Gesamtverzeichnis** und das Heft „**Welche Schaltung suchen Sie?**“ erhalten Sie kostenlos.

Elektronik-Fachgeschäfte und Buchhandel führen TOPP-Bücher.

frech-verlag

7000 Stuttgart 31, Turbinenstraße 7