Hans Fechner

Widerstandsmessung per IEC-Bus

Mikrocomputer können in Verbindung mit entsprechend ausgerüsteten Meßgeräten auch sehr genaue Messungen durchführen. Der folgende Beitrag beschreibt eine indirekte Temperaturmessung durch Messung eines Widerstandes mit hoher Genauigkeit. Das Meßobjekt ist ein Platin-Widerstandsthermometer, der verwendete Mikrocomputer ist ein Apple-II Plus mit IEEE-488-Karte.

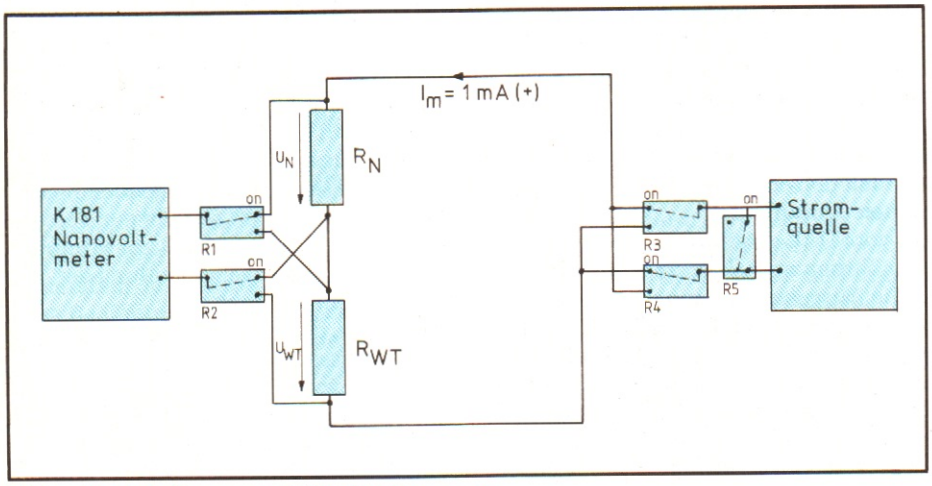


Bild 1. Die Anordnung zur Widerstandsmessung

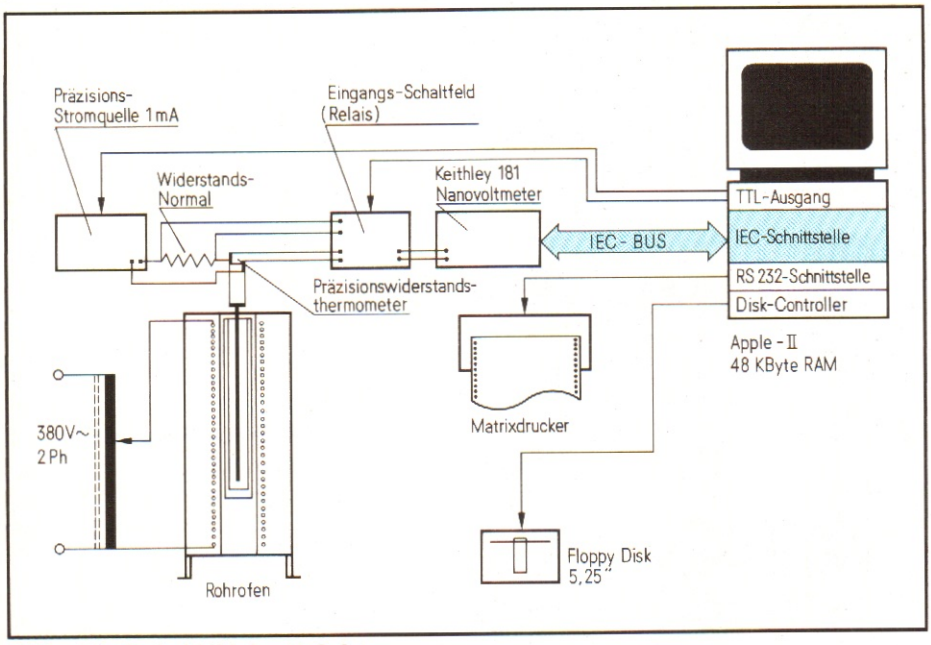


Bild 2. Blockschaltbild des Meßplatzes

Im Temperaturbereich von −259,34 °C bis 630,74 °C sind nach der Internationalen Praktischen Temperaturskala (IPTS 68) zur genauen Temperaturmessung Platin-Widerstandsthermometer mit einem Widerstand von 25 Ω einzusetzen [1]. Diese hochgenauen Interpolationsinstrumente werden vom Herstellerwerk oder von den nationalen Eichämtern (PTB, NBS) kalibriert bzw. geeicht und erlauben die Temperaturbestimmung in Verbindung mit Präzisionswiderstandsmeßbrücken auf ± 1 mK [2]. Die Messung des Widerstandes des sich auf Temperatur befindenden Platinwendels des Thermometers erfolgt mit einer abgewandelten Wheatstoneschen Widerstandsmeßbrücke (Mueller-Brücke) mit einer Auflösung von z. B. $1 \cdot 10^{-4}$ Ω, entsprechend etwa 1 mK. Da die Widerstandsthermometer in Vierleiterschaltung ausgeführt sind, kann die Widerstandsmessung natürlich auch mit Präzisionsstromquelle und Digitalvoltmeter erfolgen. Eine ähnlich hohe Auflösung wie bei der oben erwähnten Brückenmessung erreicht man jedoch nur, wenn mindestens 6½stellige Digitalvoltmeter verwendet werden.

Beschreibung des Meßplatzes

Um auch eine ähnliche Genauigkeit wie beim Arbeiten mit einer Meßbrücke zu erreichen, muß die Meßanordnung wie in *Bild 1* dargestellt ausgeführt werden. Die Präzisionsstromquelle (Burster Instant – Typ 6425 T) treibt den Meßstrom von 1 mA durch die Serienschaltung von Widerstandsthermometer und einem Normalwiderstand, der ebenfalls in Vierleiterschaltung ausgeführt ist. Gemessen man die Spannungen an Widerstandsthermometer und Normalwiderstand kurz hintereinander ab, so ist das Verhältnis der Spannungsmeßwerte ein Maß für das Widerstandsverhältnis. In diese Weise braucht der absolute Wert des Meßstroms nicht bekannt zu sein, es genügt, ihn während der Meßperiode hinreichend konstant zu halten. Ebenso wird die Auswirkung der Dekalibrierung des Digitalvoltmeters verringert, lediglich der Linearitätsfehler im gewählten Meßbereich geht in die Fehlerrechnung in voller Höhe ein – aber auch dieser Fehlerbeitrag kann vermindert werden, wenn der Thermometerwiderstand bei einer bestimmten Temperatur mit einem Normalwiderstand annähernd gleicher Größe verglichen wird. Um die Auswirkung parasitärer Thermospannungen im Meßkreis zu vermindern, muß die Stromrichtung des Meßstroms umgekehrt werden und anschließend ein

-259.3... Verhältnismessung vorgenom-
Intern... werden. Der Mittelwert bei der Ver-
skala ... Messungen wird dann dem tat-
rmess... Widerstandsverhältnis ent-
neter ... Maßgebend für den Gesamt-
einzus... solchen Messung ist der
rpola... Normalwiderstandes (bei
steller... verwendeten Typ 4025 B der
chäm... Leeds & Northrup $\pm 2 \cdot 10^{-5}$).
geeich... das Blockschaltbild des
stimm..., der zur genauen Tempera-
wider... in einem Rohrofen
]. Die ... Spannungsmessung wird das
auf T... Modell 181 Nanovoltmeter
dels ... [3] verwendet, das Messun-
einer ...-mV-Bereich mit einer Auflö-
en Wi... 100 nV zuläßt [4]. Das Nano-
-Brüc... ist mit einem besonderen mV-
$1 \cdot 10^{-}$ ... ausgestattet, der einen thermo-
die Wi... armen Anschluß des Meßob-
rleiter... ermöglicht. Das IEEE-488-Interface
die W... erlaubt es, alle Frontpanel-
auch ... sowie interne Parameter,
italvo... oder Datenformat, zu pro-
ne Auf.... Die Umschaltung des Digi-
en Brüc... sowie die Stromquellen-
och nu... erfolgt – wie prinzipiell in
gitalvo... dargestellt – mit thermospan-
... bistabilen, TTL-kompati-
...-Relais (SDS-Relais, Typ
.... Relais dieser Art besitzen

ßplatze...

...ungen und werden durch ei-
Genauig... umgeschaltet, so daß die Re-
Meßbrü... und damit die Thermo-
anordnu... sehr klein bleibt (typisch
geführt ... Kontaktwiderstand ist kleiner
le (Burs... [5, 6].
t den M...schaltfeld besteht insge-
ienscha... fünf solcher Relais. Relais 1
meter u... spulenseitig parallelgeschal-
, der eb... zum Umschalten des Na-
geführt .... Die ebenfalls parallelge-
Wider... Relais 3 und 4 dienen zur
alwider...umpolung, Relais 5 wird
so ist d...schalter verwendet und
neßwer... vor Schalten der Relais 3
dsverhä... das Übersteuern der Prä-
r absolu...quelle.
ekannt z...troller wird ein mit der
der Me...-488-Card ausgestatteter
u halten ...-Mikrocomputer verwen-
ler Deka... Steuerung des Nanovoltme-
verringer...datenerfassung und -verar-
ler im ge... die Ansteuerung des
Fehler...sschaltfeldes übernimmt.
er auch
minder

...steuerung

erwiders
peratur ...wareaufwand bei der Rea-
nähernd ... Relais-Eingangsschaltfel-
l. Um di... klein zu halten, wurde auf
mospan... IO" des Apple zurückgegrif-
ern, mu... Bild 3) [7, 8].
eßstrom... IO" besitzt vier TTL-Aus-
schließe...AN3), die softwaremäßig

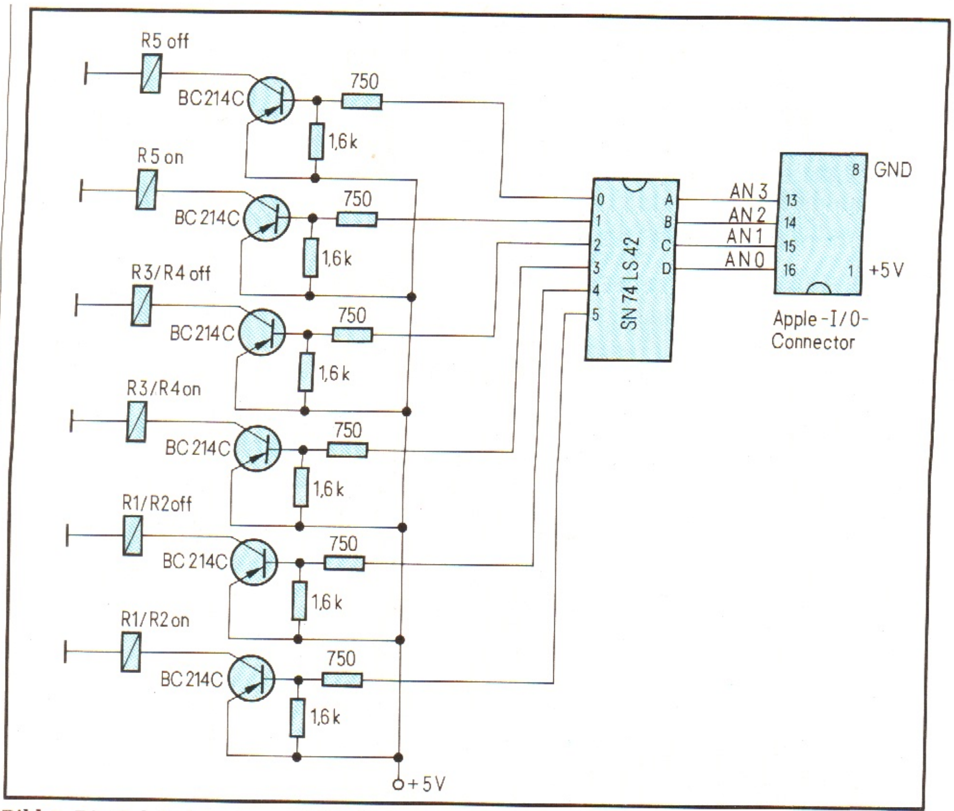


Bild 3. Die Relaissteuerung mit Treiberstufen

```
9000-    A9 1A       LDA   #$1A   ;VERZOEGERUNG
9002-    20 A8 FC    JSR   $FCA8 ;GOTO WAIT
9005-    60          RTS
9006-    A9 00       LDA   #$00   ;TRIGGER
9008-    8D 58 C0    STA   $C058 ;AN0 (D) "L"
900B-    20 00 90    JSR   $9000 ;GOTO VERZOEGERUNG
900E-    A9 00       LDA   #$00
9010-    8D 59 C0    STA   $C059 ;AN0 (D) "H"
9013-    60          RTS
9014-    A9 00       LDA   #$00
9016-    8D 5F C0    STA   $C05F ;AN3 (A) "H"
9019-    8D 5C C0    STA   $C05C ;AN2 (B) "L"
901C-    8D 5B C0    STA   $C05B ;AN1 (C) "H"
901F-    4C 06 90    JMP   $9006 ;GOTO TRIGGER
9022-    A9 00       LDA   #$00
9024-    8D 5E C0    STA   $C05E ;AN3 (A) "L"
9027-    8D 5C C0    STA   $C05C ;AN2 (B) "L"
902A-    8D 5B C0    STA   $C05B ;AN1 (C) "H"
902D-    4C 06 90    JMP   $9006 ;GOTO TRIGGER
9030-    A9 00       LDA   #$00
9032-    8D 5F C0    STA   $C05F ;AN3 (A) "H"
9035-    8D 5D C0    STA   $C05D ;AN2 (B) "H"
9038-    8D 5A C0    STA   $C05A ;AN1 (C) "L"
903B-    4C 06 90    JMP   $9006 ;GOTO TRIGGER
903E-    A9 00       LDA   #$00
9040-    8D 5E C0    STA   $C05E ;AN3 (A) "L"
9043-    8D 5D C0    STA   $C05D ;AN2 (B) "H"
9046-    8D 5A C0    STA   $C05A ;AN1 (C) "L"
9049-    4C 06 90    JMP   $9006 ;GOTO TRIGGER
904C-    A9 00       LDA   #$00
904E-    8D 5F C0    STA   $C05F ;AN3 (A) "H"
9051-    8D 5C C0    STA   $C05C ;AN2 (B) "L"
9054-    8D 5A C0    STA   $C05A ;AN1 (C) "L"
9057-    4C 06 90    JMP   $9006 ;GOTO TRIGGER
905A-    A9 00       LDA   #$00
905C-    8D 5E C0    STA   $C05E ;AN3 (A) "L"
905F-    8D 5C C0    STA   $C05C ;AN2 (B) "L"
9062-    8D 5A C0    STA   $C05A ;AN1 (C) "L"
9065-    4C 06 90    JMP   $9006 ;GOTO TRIGGER
9068-    00          BRK
```

Bild 4. Assemblerlisting der Schaltunterprogramme

Bild 5. Das vollständige Basic-Hauptprogramm

```
1  REM   ****************************************
2  REM   ****AUTOMATISIERTE MESSWERTERFASSUNG****
3  REM   ****WIDERSTANDSTHERMOMETER**************
10  HIMEM: 36864
15  DEF  FN A(X) =  INT (X * 1E4 + .5) / 1E4
20  DEF  FN B(X) =  INT (X * 1E3 + .5) / 1E3
30 D$ =  CHR$ (4)
40 Z$ =  CHR$ (26)
50  PRINT D$;"BLOAD RELAIS,A$9000"
60  REM
70  REM    --------EINGABE R0,Z
75  REM
80  HOME : PRINT : INVERSE
90  PRINT "     DATENEINGABE                "
100  PRINT "     WIDERSTANDSTHERMOMETER      "
105  NORMAL
120  VTAB 4: PRINT "R0 ";
160  INPUT R0
170  VTAB 4: PRINT "ANZAHL DER MESSUNGEN ";
180  INPUT Z
300  HOME : VTAB 4
310  PRINT "MESSUNG STARTEN ";
320  INPUT A$
330  IF A$ <  > "J" THEN 310
340  VTAB 4
350  PRINT "MESSPERIODE"
360  FOR I = 1 TO Z
390  REM
400  REM  --------VORBEREITEN DES NANOVOLTMETERS
410  REM
420  PRINT D$;"PR#3"
430  PRINT D$;"IN#3"
440  PRINT "SC0"
450  PRINT "RM%";Z$
460  PRINT "WT%";Z$;"R3M1T3B1P2Y(DEL)X"
470  PRINT D$;"PR#0"
480  REM
490  REM  --------STROMQUELLENUMPOLUNG"
500  REM
510  CALL 36956: CALL 36938: CALL 36974
520  GOSUB 600:V1 = V
530  CALL 36956: CALL 36920: CALL 36974
540  GOSUB 600:V2 = V
550  REM
555  REM  --------WIDERSTANDSBERECHNUNG
560  REM  --------WIDERSTANDSNORMAL :25,00002 OHM
562  REM  --------BEI 25,0 'C
565  REM
570 RT = ((V1 + V2)) / 2 * 25.00002
580  GOTO 1000
590  REM  *********MESS
600  REM  --------SPANNUNGSVERGLEICH
610  REM
630  CALL 36902
640  GOSUB 710
650 U1 = U
660  CALL 36884
670  GOSUB 710
680 U2 = U    ,
690 V = U1 / U2
700  RETURN
710  REM  *********MESS1
720  REM  --------VERZOEGERUNG (5 SEKUNDEN)
730  REM  --------(SETTLING-TIME-NANOVOLTMETER)
740  FOR H = 1 TO 5E3: NEXT H
750  REM
760  REM  --------SPANNUNGSMESSUNG
770  REM  --------EINLESEN VON 10 MESSWERTEN
780  REM
790  REM
810 U = 0
820  PRINT D$;"PR#3"
830  PRINT D$;"IN#3"
840  FOR K = 1 TO 10
850  REM
860  REM    --------TRIGGERN UND MESSEN
870  REM
880  PRINT "TG%";Z$
890  FOR L = 1 TO 100
900  INPUT "SR";G$: IF G$ = "F" THEN  NEXT L
910  PRINT "RDE";Z$;
920  INPUT S$
930 U = U +  VAL ( MID$ (S$,5,12))
950  NEXT K
960 U = U / 10
970  PRINT D$;"PR#0"
980  PRINT D$;"IN#0"
990  RETURN
1000  REM  --------ERMITTLUNG DER TEMPERATUR
1010  REM  --------(BERECHNUNG VON T68 AUS DEM
1020  REM  --------WIDERSTANDSVERHAELTNIS RT/R0
1025  REM  --------UND DEN THERMOMETERKONSTANTEN
1030  REM  --------ALPHA UND DELTA)
1040  REM  --------BERECHNUNG DER KONSTANTEN
1045  REM  --------A UND B
1047 AL = 0.003926170: REM  ALPHA
1048 DL = 1.495738: REM  DELTA
1050 A = AL * (1 + DL / 100)
1060 B =  - AL * DL / 1E4
1070  REM  --------BERECHNUNG DER TEMPERATUR T'
1075  REM  --------(VARIABLE T1)
1080 T1 =  - A / (2 * B) -  SQR (A ^ 2 / (4 * B
     ) + (RT / R0 - 1) / B)
1090  REM  --------BERECHNUNG DES KORREKTUR-
1095  REM  --------FAKTORS M(T')
1100 MT = 0.045 * (T1 / 100) * (T1 / 100 - 1) *
     / 419.58 - 1) * (T1 / 630.74 - 1)
1110  REM  --------BERECHNUNG DER TEMPERATUR T68
1120 T = T1 + MT
1130  PRINT : PRINT "RT= " FN A(RT)" OHM,T= " FN
     T)" 'C"
1140  NEXT I
1150  END
```

Tabelle: Bedeutung der Relaisstellungen und die Startadressen der Schaltunterprogramme

Relais-Stellung	Bedeutung	B C D D C B A	Unterprogramm Hex	Startadresse Dezimal
R_5 off (0)	Stromquelle normal	L L L	$905A	CALL 36954
R_5 on (1)	Stromquelle kurz	L L H	$904C	CALL 36940
R_3/R_4 off (2)	Meßstrom-invers (I_-)	L H L	$903E	CALL 36926
R_3/R_4 on (3)	Meßstrom normal (I_+)	L H H	$ 9030	CALL 96912
R_1/R_2 off (4)	U_{WT}	H L L	$9022	CALL 36898
R_1/R_2 on (5)	U_{RN}	H L H	$9014	CALL 36884

...steuert werden können. Diese Aus... sind mit den BCD-Eingängen A...D ...-Dezimal-Decoders SN 74 LS 42 ...den [9]. Die Ausgänge 0 bis 4 des ...ers haben positives Potential, so... der Eingang D(AN0) High ist.
...ten und Triggern eines bestimm... ...erfolgt nun so: Zunächst wird ...is durch Setzen seines BCD-Co... ...essiert (Eingänge A bis C) und ...end durch 5 ms andauerndes ...des Einganges D auf Low-Po... ...triggert (die Treiberstufe erhält ...enso lange dauernden negativen ... – das Relais schaltet). Die dazu ...igen Schaltprogramme (Ma... ...sprache) sind ab der Adresse ... RAM-Bereich des Apple unter... ...(siehe *Tabelle* und *Bild* 4). Die ...des Schaltimpulses wird durch ...itor-Routine WAIT ($FCA8) be... ...[7] (siehe *Bild* 4). Das Umschal... ...Nanovoltmeters sowie die ...ellenumpolung kann damit ...ALL-Befehle vom Basic-Haupt... ...aus bewerkstelligt werden.
...hier beschriebene Methode der ...-Ansteuerung ist sicherlich nicht ..., war aber dafür in sehr kurzer ...wenig Aufwand zu realisieren.
...-Dezimal-Decoder befindet sich ...Treiberstufen unmittelbar neben ...is auf der Eingangsschaltfeld... ...die Spannungsversorgung der ...übernimmt ebenfalls der Apple.

...ftware zur Messung

...gramm in *Bild* 5 soll die Funk... ...se deutlich machen. Nach Ein... ...Eispunktwiderstandes R_0 des ...meters und Anzahl der durchzu... ...Messungen Z wird zunächst ...voltmeter vorbereitet (Zeilen ...480). Die Darstellung der Daten... ...und der Bus-Befehle auf ...itor wird unterbunden (SCO = ...), anschließend wird der Liste... ...SCII = %) durch den Befehl ... = Remote Enable 5) in den ferngе... ...Zustand versetzt (Listener 5 = ...meter). Zur Syntax der Bus-Be... ...he [10].
...lich wird dem Nanovoltmeter ...mand-String übermittelt. (WT% ...Data Out to listener 5). Der hier ...te Command-String stellt eine ...Auswahl aus den insgesamt ...23 Einzelbefehlen des Nano... ...dar. Die Befehle können in ...Reihenfolge zu einem Com... ...aneinandergereiht werden, ...aber mit dem Ausführungsbe... ...ecute) abgeschlossen sein. Der ...ngsbefehl bewirkt hier:

R3: 200-mV-Bereich, 4 readings/sec (Reading Rate)
M1: Generierung eines Interrupts nach Datenbereitstellung (Bus Response Mode)
T3: One-Shot on GET. Nach einem Group Execute Trigger bringt das Nanovoltmeter seinen Pufferspeicher auf den neuesten Stand. (Trigger Mode)
B1: 6½stellige Auflösung (Resolution)
P2: das dreipolige digitale Filter ist aktiv (Filter)
Y(DEL): das programmierbare Endzeichen des Datenstrings ist ASCII „DEL" (kein Endzeichen – Programmable Terminator)
X: Ausführungsbefehl

Das Keithley 181 Nanovoltmeter erlaubt es, wie aus dem hier verwendeten Command-String zu ersehen ist, mit dem Y-Befehl beliebige Endzeichen an das ASCII-Datenwort anzuhängen. Wird der Y-Befehl nicht verwendet, wird die Datenübertragung mit CRLF (carriage return, line feed) abgeschlossen [4] (default-Zustand). Dies kann in Verbindung mit der Apple-IEEE-488-Card unter Umständen zu Schwierigkeiten führen. Der Apple hängt nämlich seinerseits an das empfangene Datenwort ein CR an, der Basic-Befehl INPUT interpretiert aber die Zeichenkette nur bis zum ersten RETURN. Ein nachfolgender INPUT-Befehl liest dann das LF ein, entsprechende Verwirrung ist die Folge [10].
Doch nun weiter zum Programmablauf. Nach dem erstmaligen Setzen der Relais (Zeile 510), wird ein Unterprogramm aufgerufen, in dem eine Widerstandsverhältnismessung durchgeführt wird. Nachdem die Messung auslösenden GET (TG%) muß etwa 700 ms gewartet werden, bis das Datenwort im Output-Buffer des Nanovoltmeters ansteht. Da bei der Vorbereitung des Nanovoltmeters der *Bus Response Mode M1 gewählt wurde*, meldet sich das Gerät nach Bereitstellen des Meßwertes mit „Service Request". Jetzt erst kann der Meßwert übertragen werden.
Mit dem Befehl SRQD (Service Requested) der Apple-IEEE-488-Card ist es möglich, festzustellen, ob irgendeine Geräteeinheit am IEC-Bus „Service" verlangt. Der Abfragebefehl INPUT „SR";G$ liefert für G$ solange F (= False), wie dies nicht der Fall ist. Nach dem Triggern wird also die Schleife in den Zeilen 965 bis 970 solange durchlaufen, bis der Wert von G$ gleich T (= True) wird. Die Übertragung des Datenwortes erfolgt dann mit RDE (Read Data In from talker 5).
In Zeile 930 wird die Zeichenkette schließlich in einen Zahlenwert umgewandelt. Nach zehnmaliger Wiederholung dieses Meßvorgangs erfolgt eine Mittelwertbildung. Die Spannungsmessung am Widerstandsthermometer ist abgeschlossen.
Es erfolgt nun die Umschaltung des Nanovoltmeters auf den Normalwiderstand. Nach nochmaligem Durchlaufen des Unterprogramms kann das Widerstandsverhältnis berechnet werden und ins Hauptprogramm zurückgesprungen werden. Dort erfolgt die Umpolung des Meßstromes (Zeile 530). Nach wiederholtem Sprung zum Unterprogramm wird der Widerstand des Thermometers ermittelt, indem der Mittelwert der beiden Widerstandsverhältnisse mit dem Wert des Normalwiderstandes multipliziert wird (der Normalwiderstand befindet sich während der Messung in einem Ölbadthermostaten auf einer konstanten Temperatur von 25 °C).
Mit dem bekannten Widerstandswert wird dann in den Zeilen 1000...1120 die Temperatur berechnet [1].
Der beschriebene Meßplatz ermöglicht die Durchführung von widerstandsthermometrischen Präzisionsmessungen im Bereich von 0...600 °C mit einer Auflösung von 5 mK und einer Genauigkeit von $\pm 3 \cdot 10^{-5}$.

Literatur

[1] IPTS 68. The International Practical Temperature Scale of 1968, Metrologia, Vol. 5, Nr. 2, 1969.
[2] *Gray, W. T., Finch, D. I.*: Accuracy of Temperature Measurement. Temperature, Its Measurement and Control in Science and Industry, Vol. IV, Part 2, (Instrument Society of America Pittsburgh 1972).
[3] *The Definitive One, Model 181 Nanovoltmeter*, Keithley Druckschrift 048045.
[4] Operator's Manual. Model 181 Nanovoltmeter, Keithley.
[5] *Sauer, H.*: Relais Lexikon, Universitätsbuchhandlung Lachner, 8000 München 2.
[6] Datenblatt der Firma SDS-Elektro GmbH, 8024 Deisenhofen.
[7] Apple-II Reference Manual, Apple Computer Inc.
[8] Applesoft Manual, Apple Computer Inc.
[9] Texas Instruments, Pocket-Guide, Band 1.
[10] Apple-II-IEEE-488-Interface. User's Guide, Apple Computer Inc.

Der Autor ist Mitarbeiter der KFA Jülich GmbH.

Alfred Lenk

16-Kanal-DVM für PET und CBM

Durch die Möglichkeit, eine analoge Größe, wie die Spannung, messen zu können, wird der Einsatzbereich eines Mikrocomputers beträchtlich erweitert. Will man außerdem noch vielkanalig messen, steigt wegen der erforderlichen Meßgeschwindigkeit der Aufwand. Der folgende Beitrag stellt mit 16 Meßkanälen und einer Auflösung von 0,1% einen guten Kompromiß dar.

Unter dem Gesichtspunkt eines geringen Bauteileaufwandes und der anfallenden Kosten ergeben sich mehrere Möglichkeiten der Realisierung. Man benutzt beispielsweise einen DVM-Schaltkreis wie er in dem Beitrag aus FUNKSCHAU 1980, Heft 16, verwendet wurde. Der guten Auflösung von 3998 Meßpunkten steht eine Meßzeit von etwa 1 Sekunde gegenüber. Will man mehrkanalig messen, so addieren sich diese Meßzeiten schnell zu größeren Wartezeiten. Zusätzlich verbraucht diese Meßeinrichtung 8 Bits einer parallelen Schnittstelle, und mancher Anwender wird sich fragen, wo er die zusätzlichen Bits für die Steuerung eines Eingangsmultiplexers hernehmen soll.

Es kann auch ein VCO als A/D-Wandler verwendet werden. Dadurch werden zwar die Bits für den Eingangsmultiplexer frei, aber es wird auch eine Zeitbasis von etwa 1 Sekunde benötigt, wenn man eine brauchbare Auflösung gewinnen will. Treibt man die Wandlungsrate zu hoch, ergeben sich Stabilitätsprobleme.

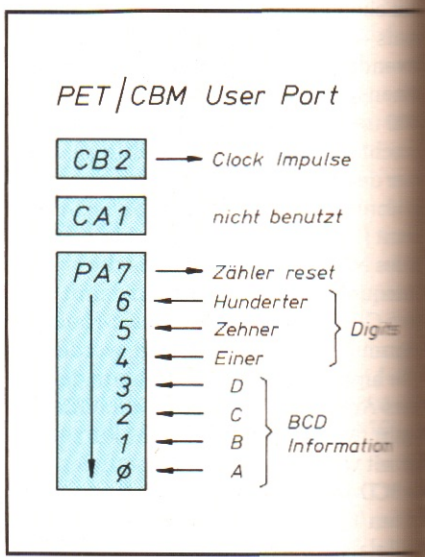


Bild 1. So wird die externe Hardware an User Port angeschlossen

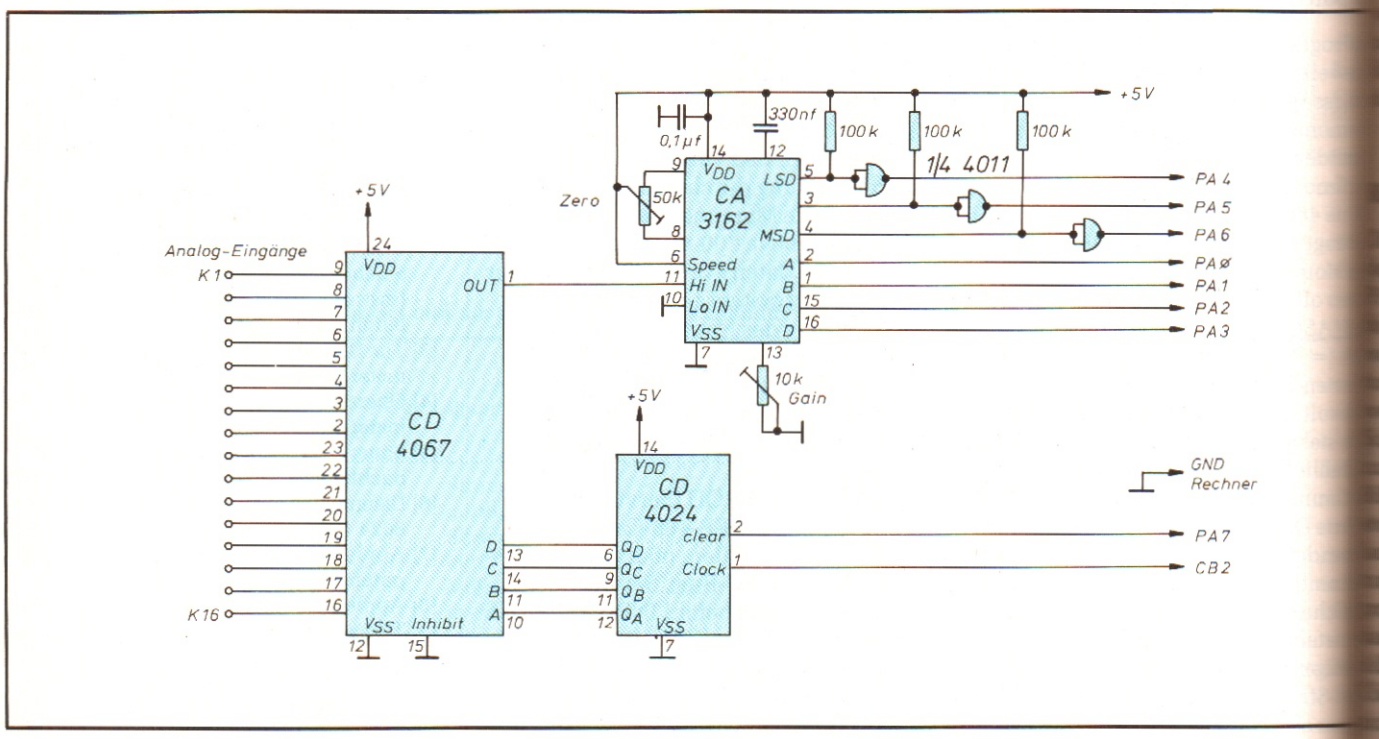


Bild 2. Die vollständige Schaltung mit Multiplexer und A/D-Wandler. Nullpunkt und Verstärkung des A/D-Wandlers können mit den beiden Potentiometern eingestellt werden

schnelle Methode ist die Ver- eines binären A/D-Wandlers, sehr preiswert als 8-Bit-Version ist; jedoch ergeben 255 Meß- nur 0,5% Genauigkeit. Wer ge- näre Wandler verwenden will, eine Multiplexeinrichtung umkommen, wenn er die zu- Informationen auf seinen schaufeln will. Hinzu kommt die Steuerung des Eingangs- ers. Anwender des Mini-Bus NKSCHAU 1981, Heft 3, haben keine Probleme, wenn sie ihr von einem Maschinenpro- steuern lassen und die Zeitkon- Geschwindigkeit ihres Mikro- anpassen.

ungsvorschlag

mit 0,1% Auflösung zufrie- kann man den A/D-Wandler CA RCA einsetzen, der leicht zu ist und etwa 12 DM kostet. Wandler, der vielfach in preis- DVMs verwendet wird, besticht eine hohe Wandlungsrate von de bei 999 Punkten Auflösung Spannungsbereich. Baustein BCD-organisiert ist, Bits zur Abfrage benötigt. Zum eines 16kanaligen Eingangsmul- benötigt man noch eine 4-Bit- die ein Binärzähler liefern mit 2 Bits angesteuert wird. Es also 9 I/O-Leitungen benötigt, kanaliges DVM mit 0,1% Auf- betreiben. Das sei am Beispiel verdeutlicht.

rung

zung der 9 Bits am User Port zeigt *Bild 1*. Die Leitungen CB 2 dienen zur Steuerung des Zählers. Während CB 2 frei ver- ist, muß Bit 7 im Datenrich- ter als Ausgang programmiert Wie *Bild 2* zeigt, ist die gesamte mit 4 CMOS-Bausteinen auf- Mit dem Beispielprogramm ert die Abfrage der 16 Kanäle Sekunden. Wem das noch zu ist, der kann die gesamte Steue- Schaltung über ein Maschinen- laufen lassen und kommt eine Abfragezeit von 170 ms. ist dann eine kontinuierliche der Meßergebnisse in Basic weiteres möglich und man chen Speicherplatz für die isse opfern müssen.

Die drei Digits einer Abfrage stehen nach jeder Messung eines Kanals in den Speicherstellen 826 (Einer) bis 828 (Hunderter). Dabei antwortet der A/D-Wandler mit einer 11 in jeder Stelle bei Overflow, mit einer 10 in der Hunderterstelle bei negativen Eingangsspannungen und mit einer 10 in allen Stellen bei negativem Overflow. Ohne Eingangsspannungsteiler beträgt der Meßbereich –99 mV bis +999 mV. Der Abgleich ist problemlos. Der geringe Stromverbrauch läßt eine Spannungsversorgung aus dem Rechner zu. Das ist auf die Verwendung von CMOS-Bausteinen zurückzuführen.

Wenn es darauf ankommt, zwischen den 16 Messungen einen geringen Zeitversatz zu haben, wird man etwas anders als in Bild 3 beschrieben vorgehen: Die Inhalte der Speicherzellen 826, 827, 828 werden innerhalb des Abfragezyklus getrennt gespeichert und die Konstruktion der 16 Meßwerte wird in einer gesonderten Schleife vorgenommen.
Die Schaltung ist für jeden Mikrocomputer mit mindestens 9 I/O-Leitungen zu gebrauchen; das Programmbeispiel gilt jedoch nur für PET und CBM, wobei die REMs für eine praktische Anwendung natürlich weggelassen werden können.

```
 1 REM        *** DVM-DEMO ***
 2 REM
 3 REM
 4 REM  DATEN FUER MASCHINENPROGRAMM
 5 REM
 10 DATA24,216,169,16,45,79,232,240,249,173,79,232,41,15
 20 DATA141,58,3,169,32,45,79,232,240,249,173,79,232,41,15
 30 DATA141,59,3,169,64,45,79,232,240,249,173,79,232,41,15
 40 DATA141,60,3,96
 45 REM
 46 REM    DATA IN DEN SPEICHER
 47 REM
 50 FORI=829TO876:READD%:POKEI,D%:NEXT
 60 DIMU0(15),FU$(15):REM MESSWERT U0,FEHLERZEICHEN FU$
 70 POKE59468,PEEK(59468)AND310R192:REM DEF.ZUSTAND CB2
 80 REM
 81 REM    HAUPTPROGRAMM ANFANG
 82 REM
 100 GOSUB10000:PRINT"□"
 110 FORI=0TO15
 120 PRINT"KANAL";I+1;TAB(9)U0(I);FU$(I);TAB(16)"MV"
 130 NEXT:GOTO100
 140 REM
 141 REM    HAUPTPROGRAMM ENDE
 142 REM
 10000 POKE59459,128:REM BIT 0-6 INPUT/BIT 7 OUTPUT
 10010 POKE59471,128:REM CLEAR COUNTER
 10020 POKE59471,0
 10025 REM ZYKLUS START
 10030 FORI=0TO15
 10035 REM UNTERPROGRAMM
 10040 SYS(829)
 10045 REM ABFRAGE AUF POS.OVERFLOW
 10050 IFPEEK(828)=11THENU0(I)=999:FU$(I)="*":GOTO10100
 10055 REM ABFRAGE AUF NEG.OVERFLOW
 10060 IFPEEK(826)=10THENU0(I)=-99:FU$(I)="*":GOTO10100
 10065 REM ABFRAGE AUF NEG.MESSWERT
 10070 IFPEEK(828)<>10THEN10090
 10075 REM NEGATIVER MESSWERT
 10080 U0(I)=0-(PEEK(826)+10*PEEK(827)):FU$(I)=" ":GOTO10100
 10085 REM POSITIVER MESSWERT
 10090 U0(I)=PEEK(826)+10*PEEK(827)+100*PEEK(828):FU$(I)=" "
 10095 REM COUNTER +1
 10100 POKE59468,PEEK(59468)OR224
 10110 POKE59468,PEEK(59468)AND310R192
 10120 NEXT:RETURN:REM ZYKLUS ENDE
READY.
```

Bild 3. Listing eines Demonstrationsprogrammes. Sollen die Meßwerte anders verarbeitet werden, so ist das jeweilige Programm als Hauptprogramm einzufügen. Von dort werden die Meßwerte mit GOSUB 10000 aufgerufen

der Apple-Klasse zugänglich und so exotischen Produkten wie der Pascal Micro Engine, sondern allen mit genügend Speicherkapazität ausgerüsteten CP/M-Maschinen. Und dazu gehören neben Computern von IBM und Hewlett-Pakkard über 200 weitere Computer-Fabrikate. Man sieht, es gibt einen großen Markt für den Pseudo-Programm-Generator. Dieser Satz gilt auch dann, wenn man das Spektrum möglicher Anwendungsfälle betrachtet: Lagerbuchhaltung, Finanzbuchhaltung, Kundenkarteien, Fundstellenerfassung, statistische Untersuchungen, Demografie, Demoskopie, Erfolgskontrolle in Politik und Wirtschaft, Dossierauswertung im Bereich von Sicherheitsbehörden oder Auskunfteien – manches davon mit Hilfe kleiner Rechenroutinen realisierbar, die per Pascal-Schnittstelle angeschlossen werden, das meiste jedoch mit „MDB-pur" zu verwirklichen! ADI-MDB sieht, so schaut's jedenfalls aus, möglicherweise einer großen Zukunft entgegen. Dieses Programmpaket setzt eine Entwicklung fort, die durch Pakete wie Visicalc und Datastar eingeleitet wurde, den Marsch zur „Programmierung ohne Programmieren".
Vor kurzem kamen aus dem Stuttgarter Wirtschaftsministerium Zahlen, nach denen in der Bundesrepublik schon bald Zehntausende von Programmierern und Software-Ingenieuren fehlen werden. Wenn Programme wie ADI-MDB halten was sie zu versprechen scheinen, dann müssen solche Prognosen sicherlich bald revidiert werden: Und dies möglicherweise in ungeahntem Ausmaß. Schlußbemerkung: Es ist traurig, aber wahr: Auf dem Gebiet der Mikrocomputer-Technik sind bisher kaum Neuerungen von internationaler Bedeutung aus deutschen Labors gekommen. Es könnte sein, daß sich bald zeigt: ADI-MDB macht eine Ausnahme. Doch bis dahin bedarf es noch einiger Arbeit.

LIST-Schutz für Basic-Programme

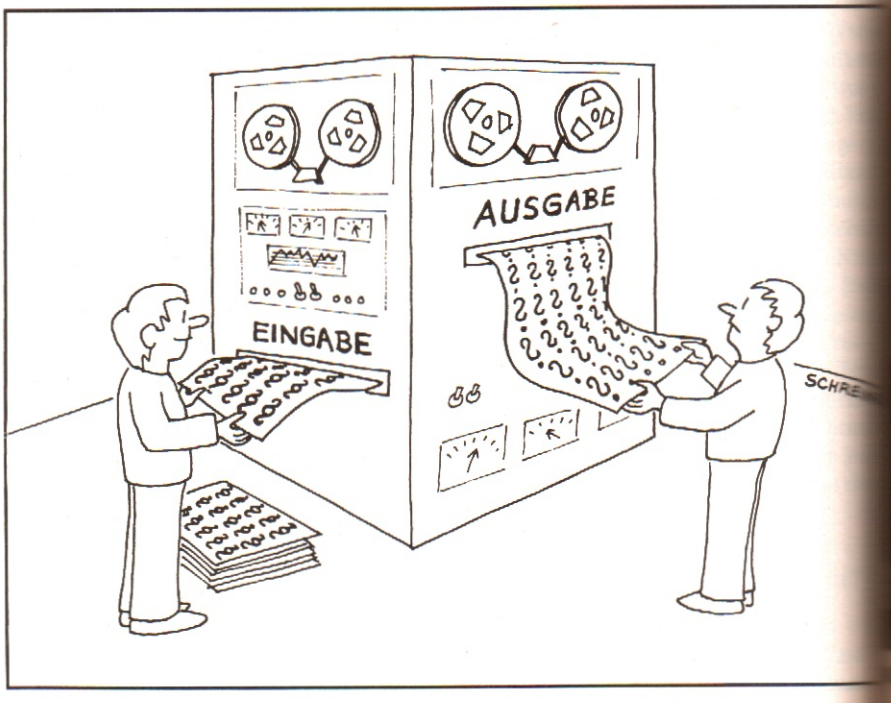
Bei dem weitverbreiteten Microsoft-Basic-Interpreter, wie er in CBM, AIM und anderen Computern zu finden ist, kann ein Basic-Programm sehr einfach vor unbefugtem Auflisten und damit vor einer kommerziellen Weiterverwendung geschützt werden. Das im folgenden geschilderte Verfahren basiert auf einer Idee von Alexander Strobel und läßt sich für die meisten Computer übernehmen. Es gestattet das Schützen einzelner und beliebig vieler Programmzeilen.
In allen Programmzeilen, die vor dem Auflisten geschützt werden sollen, fügt man nach der Zeilennummer und vor dem ersten Statement fünfmal irgendein in Basic normalerweise nicht verwendetes Zeichen ein, z. B. eckige Klammer auf (F1-Taste beim AIM-65/PC-100), z. B.:

30 [[[[[PRINT"TEST"

Das Basic-Programm sollte dabei mit einer Zeilennummer größer als 5 beginnen. Nun gibt man zusätzlich das Hilfsprogramm ein (*Bild*) und startet es. Die gewünschten Zeilen des Basic-Programms sind jetzt geschützt, und das Hilfsprogramm kann manuell wieder gelöscht werden. Beim Auflisten erscheinen geschützte Zeilen nur noch als Zeilennummern. Allerdings können Zeilen mit GET, INPUT und DEFFN nicht geschützt werden, da sonst ein „Illegal Direct Error" auftritt. Systemspezifisch ist beim Hilfsprogramm lediglich die Zeile 1, die den Start des Basic-Programms im Speicher definiert (1025 beim CBM, 530 bei AIM-65/PC-100). Ein geschütztes Programm läuft nach RUN völlig normal ab, allerdings kann nach Drücken der Stop-Taste eine unsinnige Zeilennummer nach BREAK IN... erscheinen. *Fe.*

```
1 N=530
2 IF PEEK(N+4)=ASC("[")THEN
  POKE N+4,0
3 N=PEEK(N)+256*PEEK(N+1)
4 IF N>0 GOTO 2
5 END
```

Hilfsprogramm zum Schützen von Basic-Programmzeilen. Beim CBM muß in Zeile 1 die 1025 stehen



...lator angeschlossen wird. Den Mo... man direkt an den Video... des VC-20 anschließen. Die Vi... sgangsbuchse ist aber weder ...h noch mechanisch DIN-ge... Unbegreiflicherweise entspricht ...hse der benachbarten RS-232-...stelle mechanisch einem Video... ...ß nach DIN, deshalb kein Video... ...ch DIN verwenden! Der Video... ...ß am Fernsehgerät liefert näm... ...a. eine 12-V-Schaltspannung, die ... den VC-20 gelangen könnte. ...tzung des Bildschirms als Aus... ...ium fällt auf, wie erschreckend ...man auf einer Bildschirmseite un... ...gen kann (506 Zeichen). ...unschwer feststellen kann, sind 3,5 KByte RAM in der Grundausstattung auch nicht besonders viel, eine Erweiterung ist da unumgänglich. Benutzt man mehrere Erweiterungen, muß die ROM-Box verwendet werden. Da kann man im Laufe der Zeit einen hübschen Verhau an den VC-20 anbauen. Für die Betriebssicherheit ist diese (konzeptbedingte) Lösung sicher nicht optimal.

Wirklich ein Volkscomputer

Faßt man alle Punkte einmal zusammen, so läßt sich feststellen, daß mit dem Commodore-VC-20 auch ein Anfänger, am besten gekoppelt mit einem Basic-Kurs (s. Test in diesem Heft), etwas anfangen kann. Darüber hinaus ist dem, der sich intensiver und weitreichender mit der Computertechnik befassen will, die Möglichkeit der Erweiterung zu einem kleinen System nicht versperrt. Auf 32 KByte einschließlich Drucker und Floppy-Disk ausgebaut wird das System aber auch nicht gerade billig werden. Besonders wichtig für den Benutzer ist die Tatsache, daß er, sofern es sich um reine Basic-Programme handelt, auf ein erhebliches Reservoir an Programmen von CBM-Rechnern zurückgreifen kann. Zudem kann er sicher sein, daß er mit diesem Rechner ein Basic geliefert bekommt, das ebenso wie das Betriebssystem als bewährt gelten kann – die meisten Systemeigenheiten sind bekannt.

ESCAPE, REPEAT und TAB für CBM 3000

...vorgestellte Programm ergänzt ...-Rechner mit dem 3000er Be...stem. Die einzelnen Funktionen ... im Folgenden beschrieben. ...APE-Funktion wird durch die ...ESC (STOP bei der Grafiktastatur) ...und befreit den Rechner aus ...nochmal ungewollten Control-...

...EAT-Funktion wird ausgelöst, ...e Taste länger als ca. 0,5 s ge...wird, sie ist auch im Monitor ... Bei Erreichen des unteren ...randes verlangsamt sich die ...frequenz, dadurch wird nicht ...ganze Bildschirminhalt her... Die Cursor-Blinkfrequenz ...Wiederholfolge angepaßt, so ...Cursor immer sichtbar bleibt. ...ion TAB setzt den Cursor auf ...ulierten Positionen 10, 20 und ...berschreiten einer Zeile von 40 ...wird eine Doppelzeile einge... ...sgelöst wird die Funktion ...Taste TAB (@ bei der Grafik-...

...ndige Programm im *Bild* er... ...startet sich selbst. Wird zwi...ch eine Kassettenoperation ...führt, schaltet sich das Pro... ...elbsttätig ab und kann danach ...der mit SYS 826 gestartet wer...

Georg Viehöver

```
 10 PRINT"□"TAB(10)"■REPEAT+ESCAPE+TAB"
 20 PRINT"■■■■DIESES PROGRAMM ERGAENZT DIE TASTATUR
 30 PRINT"■DES CBM 3001 UM
 40 PRINT"■■              AUTO-REPEAT
 50 PRINT"■             ESCAPE
 60 PRINT"■         UND TABULATORFUNKTON.
 100 DATA120,169,69,133,144,169,3,133,145,88,96,189,5,1,201,230
 110 DATA208,10,189,6,1,201,248,208,3,32,123,252,174,255,3,165
 120 DATA151,141,255,3,201,255,240,24,169,32,228,151,208,15,206,255
 130 DATA131,208,13,169,255,133,151,169,2,133,168,169,4,141,255,131
 140 DATA169,3,72,169,135,72,72,165,158,72,32,46,230,197,158,240
 150 DATA80,170,165,167,208,75,189,111,2,201,3,208,5,32,222,3
 160 DATA240,61,201,64,208,59,169,9,197,198,176,4,105,10,208,248
 170 DATA201,79,144,2,169,78,72,120,165,170,240,9,169,0,133,170
 180 DATA165,169,32,234,230,104,197,213,144,17,72,169,39,133,198,32
 190 DATA222,3,169,148,32,210,255,32,222,3,104,133,198,230,198,134
 200 DATA158,76,228,230,169,0,133,205,133,220,96
 205 DATA22737
 210 S=0:FORI=826TO996:READA:POKEI,A:S=S+A:NEXT
 220 READA:IFA<>STHENPRINT"■?DATA ERROR":STOP
 500 PRINT"■■■ WUENSCHEN SIE EINE ANLEITUNG ? (J/N)
 510 GETA$:IFA$="N"THEN1000
 520 IFA$<>"J"THEN510
 530 PRINT"□  1.REPEAT-FUNKTION
 540 PRINT"■ WIRD EINE TASTE LAENGER ALS 0.5 SEK.
 550 PRINT"GEDRUECKT,SO WIRD SIE ETWA 15 MAL/SEK.
 560 PRINT"WIEDERHOLT.
 570 PRINT" DAS ERLEICHTERT DIE KURSORSTEUERUNG
 580 PRINT"Z.B. BEIM KORREGIEREN VON PROGRAMMEN.
 590 PRINT"■■  2.ESCAPE TASTE
 600 PRINT"■ BEFINDET SICH DER RECHNER IM INSERT-
 610 PRINT"ODER "CHR$(34)"-MODUS,SO KANN MAN IHN BEQUEM
 620 PRINT"DURCH DRUECKEN DER <STOP>-TASTE VERLAS-
 630 PRINT"SEN.
 640 PRINT" DAS ERLEICHTERT EBENFALLS DIE KORREKTUR";
 650 PRINT"VON PROGRAMMEN.
 652 PRINT"■■■■ WEITER MIT <RETURN> !
 653 GETA$:IFA$<>CHR$(13)THEN653
 660 PRINT"□■■   3.TABULATOR-FUNKTION
 670 PRINT"■ DURCH DRUECKEN DER @-TASTE WIRD DER
 680 PRINT"CURSOR AUF DIE NACHSTE VORTABULIERTE
 690 PRINT"SPALTE IM BILDSCHIRM VORGERUECKT.VORTA-
 700 PRINT"BULIERT SIND DIE SPALTEN 10,20,30 USW.
 710 PRINT"WIRD BEI EINER 40-ER ZEILE DER RAND
 720 PRINT"UEBERSCHRITTEN,SO WIRD DURCH OEFFNEN DES";
 730 PRINT"TEXTES EINE DOPPELZEILE EINGERICHTET.
 740 PRINT" DIESES FUNKTION IST HILFREICH BEIM
 750 PRINT"ERSTELLEN VON TABELLEN UND ERGAENZEN VON";
 760 PRINT"PROGRAMMEN MIT REM'S.
 1000 SYS826
 1010 PRINT"■■DIE FUNKTIONEN SIND JETZT AKTIVIERT !
 1020 REM GEORG VIEHOEVER,HEGELWEG 4,5160 DUEREN
READY.
```

Das Programm in der Basic-Version für Grafiktastatur. Nach Ausführung von POKE 916,27 und POKE 925,9 sind die Tasten ESC und TAB der kommerziellen Tastatur verwendbar

muß. Das gilt auch für die ande-
rechenarten.
chinenrechenarten" sollten bei
omputer so definiert sein, daß
wendung auf Maschinenzahlen
Ergebnis führt, das von dem
rgebnis höchstens um eine kor-
dung abweicht. Das ist nicht
währleistet, weil die Imple-
ung einer solchen Arithmetik
iert ist.
bei einem Rechenverfahren
pflanzung und das Ausmaß der
enden Fehler abschätzen,
für die Grundrechenarten der
ktarithmetik exakte Ergebnisse
folgenden Fehlerabschätzun-
en:

$= X(1+a1) + Y(1+a2)$
$|a1|, |a2| \leq eps$
$= X(1+b1) - Y(1+b2)$
$|b1|, |b2| \leq eps$
$= (X \cdot Y)(1+c)$
$|c| \leq eps$
$= (X / Y)(1+d)$
$|d| \leq eps$

punktoperationen sind durch
stellte „gl" gekennzeichnet.
te a,b,c und d hängen von den
Werten von X und Y ab, sie
im Betrag immer kleiner oder
eps.

utive Gesetz $X(Y+Z) = (XY$
beim Maschinenrechner nicht
achten Sie einmal die Fehler-
ung für die beiden Seiten des

$X \cdot (Y + Z)) = X \cdot (Y(1 + a1) + Z \cdot (1$
$+ b)$. Werden die Werte von a1,
durch eps abgeschätzt, erhält
Vernachlässigung der Fehler
Ordnung den relativen Fehler:

$$\frac{\tilde{r} - r}{r} \leq 3 \cdot eps$$

henschritte sind ausgelassen).

$X \cdot Y + X \cdot Z) = X \cdot Y(1 + b)(1 + a1)$
$+c)(1+a2)$
ve Fehler beläuft sich auf:

$$\frac{\tilde{s} - s}{s} \leq eps.$$

aber nicht immer einen voll-
„Formelberg" für die Fehler-
ung anlegen, es lohnt sich je-
mer, sich ein paar Gedanken
Entwicklung und Fortpflan-
Rundungsfehler zu machen.
sten Mal soll ein wenig über
und Weise berichtet werden, wie
punktarithmetik rechnerintern
und wie Sie eine Arithmetik mit
beliebig vielen Stellen programmieren können.

Literatur

Joepgen, H. G.: Kommissar deckt Rechenungenauigkeiten auf. Hobbycomputer 2, Sonderheft der Funkschau.

Handle, Franz: Zahlendarstellung im PET. Hobbycomputer 2, Sonderheft der Funkschau.

Kahan, W., Parlett, N.: Können Sie sich auf Ihren Rechner verlassen? Funkschau, Heft 1 u. 2, 1979

Wirth, N.: Systematisches Programmieren. Teubner-Verlag, Stuttgart.

Wilkinson, J. H.: Rundungsfehler, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Stoer, J., Burlisch, R.: Einführung in die Numerische Mathematik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Joepgen, H. G.: Rundungsfehler – Gute Noten dank PET, Funkschau, Heft 9, 1979

Joepgen, H. G.: Nullprobleme binärer Basic-Interpreter. Funkschau, Heft 2, 1979

Interrupts mit dem 6532-Timer

Der im Einplatinen-Computer EMUF (mc 1981, Heft 2) enthaltene Multifunktionsbaustein 6532 enthält 128 Byte RAM, zwei 8-Bit-I/O-Ports und einen programmierbaren Interrupt-Timer. Hier sei kurz erklärt, wie dieser Timer zu programmieren ist, nachdem das aus der Applikationsliteratur nicht immer eindeutig hervorgeht.
Will man eine einfache Verzögerungsschleife mit dem Timer realisieren, so kann diese für eine Zeit von etwa 5 ms so aussehen:

```
        LDA #05
        STA 0817
WAIT    BIT 0817
        BPL WAIT
```

Das Schreiben an die Adresse 0817 lädt den Wert 05 in den 8-Bit-Timer und stellt gleichgeitig den Vorteiler auf 1024 ein, d.h. ein Timer-Zyklus entspricht dann 1,024 ms. Ein Interrupt wird nicht erzeugt, sondern es wird lediglich das höchstwertige Bit an der Adresse 0817 gesetzt, das mit dem BIT-Befehl überprüft werden kann. Diese Prüfung kann immer bei 0817 erfolgen, unabhängig davon, ob man die gewünschte Zeit bei 0814, 0815, 0816 oder 0817 einschreibt und damit einen Timer-Zyklus von 1, 8, 64 oder 1024 µs wählt. An der Adresse 0816 könnte man auch den Timer-Inhalt auslesen, wovon hier allerdings kein Gebrauch gemacht wird. Der Timer zählt ab dem Einschreiben der gewünschten Zeit mit dem eingestellten Vorteiler-Faktor abwärts; sobald er Null erreicht, wird Bit 7 in 0817 gesetzt, und der Timer zählt mit dem Vorteiler-Faktor 1 weiter abwärts.
Möchte man zwei Vorgänge unabhängig voneinander vom EMUF bearbeiten lassen, z. B. eine Frequenz an einem Port erzeugen, während ein anderes Hauptprogramm läuft, so kann man dazu – vom Timer gesteuert – periodisch ein Interrupt-Programm anspringen, das den Portzustand umschaltet. Für eine Ausgangsfrequenz von 100 Hz müßte man dazu 200mal pro Sekunde das Interrupt-Programm durchlaufen.
Die Tonerzeugung per Interrupt kann dann z. B. so aussehen:
Hauptprogramm:

```
        LDA # 08    ;PA3=
        STA 0801    ;Ausgang
        LDA #05     ;ersten Timer –
        STA 081F    ;Interrupt
        CLI         ;erzeugen
        weiter im Programm
```

Interrupt-Routine:

```
        PHA         ;Akku retten
        LDA #05     ;Timer neu
        STA 081F    ;starten
        LDA 0800    ;PA3=Ton-
        EOR #08     ;ausgang
        STA 0800    ;invertieren
        PLA
        RTI
```

Dem Leser mag auffallen, daß in der Interrupt-Routine weder das Prozessor-Statusregister mit PHP gerettet werden muß (das tut die CPU nämlich bei einem Interrupt automatisch) noch das Interrupt-Flag von CPU oder Timer beeinflußt werden muß – auch das erfolgt automatisch.
Die Adresse 081F entspricht 0817, bis auf einen Unterschied: der Timer wird veranlaßt, nach 5 x 1024 CPU-Zyklen, also wieder nach rund 5 ms, die Interrupt-Leitung $\overline{IRQ}$ auf Low-Pegel zu ziehen. Dies veranlaßt die CPU zu einem Sprung ins Interrupt-Programm. Die $\overline{IRQ}$-Leitung bleibt so lange auf Low, bis dem Timer irgendwie mitgeteilt wird, daß der Timer-Interrupt von der CPU akzeptiert wurde, hier bis zu einem erneuten Schreiben in ein Timer-Register. Auch eine Leseoperation wäre geeignet. Da in unserem Beispiel der Timer in der Interrupt-Routine selbst immer wieder neu gestartet wird, entsteht ein periodischer Interrupt und damit ein konstanter Ton am Port-Ausgang PA3 – unabhängig davon, was das Hauptprogramm inzwischen tut. *Fe.*

Ludwig Neidl

Apple-II sucht Bytes

Beim Aufsuchen von Strings in fremder Software gerät man mit den Möglichkeiten, die einem der Apple-II-Plus bietet, in arge Bedrängnis. Mit dem Monitorprogramm können nur Hexdumps eines vom Programmierer festgelegten Speicherbereiches erzeugt werden. Weiterhin ist es nicht möglich, den Speicher nach einer bestimmten Folge von Zeichen abzusuchen.

Wenn man wissen will, wie oft ein Unterprogramm in einem Maschinenprogramm aufgerufen wird, so helfen die Apple-Monitorbefehle auch nicht weiter. Selbst das Absuchen des Speichers nach einem festgelegten Byte ist nicht möglich.

Die Routine im *Bild* hilft hier aus dem Dilemma. Sie besteht aus vier (fast) unabhängigen Teilen und wird über den User-Vektor ($3F9, $3FA) mit CTRL-Y sowie dem entsprechenden Codebuchstaben (W, F, S und Z) im Monitor aufgerufen. Das Programm wird in den Bereich $2F5 bis $3CD geschrieben und mit 2F5G initialisiert. Sollte jemand damit den gesamten Eingabepuffer ($200 bis $2FF) vollschreiben, so wird zwar der Initialisierungsteil zerstört, die Hauptroutinen bleiben jedoch erhalten. Sind Besitzer einer Floppy können diese Hilfsprogramme ganz einfach mit BRUN ASCII/SEARCH (,A$2F5) initialisieren. Aufruf und Möglichkeiten jeder Routine seien hier im einzelnen erläutert:

Byte-Interpretation als ASCII-Zeichen

Der Aufruf erfolgt durch xxxx.yyyy CTRLY W, wobei xxxx die Anfangsadresse (hexadezimal) und yyyy die Endadresse darstellt. Das W muß direkt hinter das CTRL Y geschrieben werden. Nach dem Aufruf erfolgt ein ASCII-

```
**END OF PASS 1
**END OF PASS 2

0800                1  ;  ****************************
0800                2  ;  *                          *
0800                3  ;  *      ASCII / SEARCH      *
0800                4  ;  *                          *
0800                5  ;  *         ROUTINE          *
0800                6  ;  *                          *
0800                7  ;  ****************************
0800                8  ;
0800                9  ;
0800               10  CTYJMP EQU $3F8
0800               11  IN     EQU $200
0800               12  KBD    EQU $C000
0800               13  KBDSTB EQU $C010
0800               14  BELL   EQU $FF3A
0800               15  COUT   EQU $FDED
0800               16  CROUT  EQU $FD8E
0800               17  GETLNZ EQU $FD67
0800               18  PRA1   EQU $FD92
0800               19  NXTA1  EQU $FCBA
0800               20  KEYREA EQU $FD28
0800               21  MONZ   EQU $FF69
0800               22  ;
0800               23  ;
0800               24  YSAVE  EPZ $34
0800               25  A1L    EPZ $3C
0800               26  A1H    EPZ A1L+1
0800               27  A2L    EPZ $3E
0800               28  A2H    EPZ A2L+1
0800               29  A4L    EPZ $42
0800               30  A4H    EPZ A4L+1
0800               31  YREG   EPZ $47
0800               32  ;
0800               33  ;
02F5               34         ORG $2F5
02F5               35         OBJ $800
02F5               36  ;
02F5               37  ;
02F5 A900          38         LDA #START
02F7 8DF903        39         STA CTYJMP+1
02FA A903          40         LDA /START
02FC 8DFA03        41         STA CTYJMP+2
02FF 60            42         RTS
0300               43  ;
0300               44  ;
0300 A434          45  START  LDY YSAVE
0302 E634          46         INC YSAVE
0304 B90002        47         LDA IN,Y
0307 C9D7          48         CMP #"W"
0309 F015          49         BEQ ASC
030B C9C6          50         CMP #"F"
030D F032          51         BEQ ASCSRC
030F C9D3          52         CMP #"S"
0311 F078          53         BEQ SEARCH
0313 C9DA          54         CMP #"Z"
0315 F070          55         BEQ ZSRCH
0317 4C3AFF        56         JMP BELL
031A               57  ;
031A               58  ;
031A A53C          59  MOD32C LDA A1L
031C 291F          60         AND #$1F
031E D006          61         BNE DATOUT
0320 208EFD        62  ASC    JSR CROUT
0323 20AB03        63         JSR ADRWRI
0326 B13C          64  DATOUT LDA (A1L),Y
0328 100A          65         BPL DOIT
032A C9A0          66         CMP #" "
032C 900F          67         BCC CTRL
032E C9E0          68         CMP #$E0
0330 9002          69         BCC DOIT
0332 E920          70         SBC #$20
0334 20EDFD        71  DOIT   JSR COUT
0337 20BAFC        72         JSR NXTA1
033A 90DE          73         BCC MOD32C
033C 60            74         RTS
033D A92E          75  CTRL   LDA #$2E
033F D0F3          76         BNE DOIT
0341               77  ;
0341               78  ;
0341 2067FD        79  ASCSRC JSR GETLNZ
0344 8634          80         STX YSAVE
0346 38            81         SEC
0347 A53E          82         LDA A2L
0349 CA            83         DEX
034A 863E          84         STX A2L
034C E53E          85         SBC A2L
034E 853E          86         STA A2L
0350 B002          87         BCS NEWONE
0352 C63F          88         DEC A2H
0354               89  ;
0354 A000          90  NEWONE LDY #00
0356 B13C          91  LOOPAS LDA (A1L),Y
0358 1006          92         BPL PASCII
035A C9E0          93         CMP #$E0
035C 900A          94         BCC COMPAR
035E E920          95         SBC #$20
0360 09C0          96  PASCII ORA #%11000000
0362 C9E0          97         CMP #$E0
0364 9002          98         BCC COMPAR
0366 E940          99         SBC #$40
0368              100  ;
0368 D90002       101  COMPAR CMP IN,Y
036B D014         102         BNE NXTONE
036D C8           103         INY
```

Die Interpretation von Bytes als ASCII-Zeichen sowie das Suchen nach ASCII-Zeichen, Bytes und Doppelbytes gestattet dieses Programm den Apple-II-Plus