

Der NDR-Klein-Computer als Logikanalysator

Beim Bau von Interface-Schaltungen ist es oft notwendig, den zeitlichen Ablauf der Signale zu analysieren oder zeitbestimmende Glieder wie Monoflops einzustellen. Hierzu benötigt man ein Oszilloskop oder einen Logikanalysator. Der Logikanalysator nimmt die logischen Zustände an verschiedenen Meßpunkten mit einer bestimmten Abtastrate auf und erlaubt dann die grafische Darstellung auf dem Bildschirm.

Dank seiner hervorragenden Grafikeigenschaften läßt sich der NDR-Klein-Computer [1] leicht zur Timing-Darstellung einsetzen. Im folgenden soll ein einfaches Programm vorgestellt werden, das ohne zusätzliche Hardware die Aufnahme und Darstellung der logischen Zustände von 8 Kanälen zuläßt.

Man benötigt hierzu den Computer in seiner Grundkonfiguration: SBC2-Karte mit Z80A- μ P, GDP64, TAS, IO [2]. Mit dem Programm lassen sich dann z. B. der Taktgenerator und das Monoflop auf der Kassettenrecorder-Karte des Computers einstellen, ohne daß ein Oszilloskop benötigt wird.

Das Programm (Bild 1) besteht aus den Unterprogrammen zur Datenaufnahme mit Trigger (TREIN), zum Plotten des Timings (PLOT), zur Darstellung der Zeitskala (SKALA) und zum Löschen des Bildspeichers (CLS). Ferner werden die Routinen WAIT, DRAWTO und MOVETO des RDK-Grundprogrammes verwendet. Das Hauptprogramm (TIMI) benutzt 2 Grafikspeicher: Es wird jeweils in den nicht sichtbaren geschrieben und dann dieser zur Anzeige gebracht; vor dem Bildwechsel wird der neue Schreibspeicher gelöscht. Durch diesen ständigen Wechsel wird immer der aktuelle Zustand gezeigt, um Einstellarbeiten an Schaltungen zu erleichtern. Durch Drücken der Taste CR wird der Bildwechsel unterbrochen.

Die Datenaufnahme

Zur Datenaufnahme wird ein Eingangsport der IO-Karte (Adresse 30) verwendet. Somit stehen acht Eingangskanäle zur Verfügung. Auf der Karte ist der Bus-

Transceiver 74LS245 eingesetzt, der bereits Schmitt-Trigger-Eingänge besitzt. An diesen Baustein werden die Meßpunkte über möglichst kurze Kabel angeschlossen; auf eine gute Masseverbindung sollte geachtet werden.

Dieser Aufnahmeteil ließe sich durch Vorschalten von Komparatoren natürlich verbessern; dann könnten auch beliebige Pegel eingestellt werden. Die Datenaufnahme erfolgt nun durch schnelles Einlesen dieses Ports und Abspeichern der Daten im RAM. Die höchste Abtastgeschwindigkeit (4 μ s) erreicht man mit Hilfe des Block-IN-Befehls des Z80 (INDR). Höhere Geschwindigkeiten lassen sich nur über eine DMA-Schaltung erzielen. In dem hier vorgestellten Programm wird eine Schleife verwendet, die eine Abtastperiode von genau 10 μ s ermöglicht: Zur Einhaltung einer Befehlsfolge mit genau 40 Taktzyklen mußten auch Dummy-Befehle eingefügt werden.

Das Einlesen beginnt mit der Triggerung. Im Beispiel wird auf die negative Flanke des Kanals 0 getriggert; ebenso lassen sich auch positive Flanken und durch den BIT-Befehl andere Kanäle zum Triggern verwenden. Ferner kann man auch auf Bitkombinationen mehrerer Kanäle unter Verwendung der Befehle AND oder CP triggern. Die Zeilen 7, 8 und 11, 12, im Unterprogramm TREIN müssen dann entsprechend geändert werden.

Die Bildschirm-Darstellung

Nach dem Einlesen hat man 256 Bytes im RAM stehen, die nun zur Darstellung gebracht werden müssen.

Diese Aufgabe übernimmt das Unterprogramm PLOT. Jeder Meßwert wird auf der Zeitachse (X) durch zwei Grafikpunkte dargestellt. Die 256 Worte werden zunächst auf das Bit 0 mit Hilfe einer Maske untersucht, das Ergebnis wird dann auf der ersten Linie (im Grafikbild unten) dargestellt. Danach wird die Maske um 1 Bit nach links geschiftet, so daß das zweite Bit aller Worte dargestellt werden kann. Wenn das Maskenbit das Carry-Flag erreicht hat, sind alle acht Kanäle dargestellt. Dieser Darstellungsvorgang durchläuft also zwei Schleifen (SCHLEIF1 und SCHLEIF2). Die neue Grundlinie wird jeweils um 20 Bildpunkte angehoben.

Das Unterprogramm SKALA erzeugt die Zeitskala mit Teilstrichen für jeweils 100 μ s. Die Teilstriche lassen sich auch über das ganze Bild ziehen, um das Timing besser analysieren zu können. Dann muß der Wert in Zeile 9 auf #210 erhöht werden.

Das hier vorgestellte Programm läßt sich natürlich beliebig ausbauen, um einen wirklich komfortablen Logikanalysator zu erhalten: Aufnahme eines längeren Wertebereiches, zeitliches Stauchen oder Spreizen, verschiebbare Ausschnittsdarstellung, Triggerung mit Datenvorlauf, Verbesserung der Datenaufnahme durch Verwendung von Komparatoren, schnellere Aufnahme mit Hilfe einer DMA-Schaltung.

Einstellen der Kassettenrecorder-Karte

Zunächst werden Aus- und Eingang der CAS-Karte mit der RC-Kombination verbunden, wie im RDK-Anleitungsbuch beschrieben (S. 194, Abb. 5.6.12). Die IO-Karte (Eingangsport mit Adresse 30) wird dann folgendermaßen mit der CAS-Karte verbunden:

Bit 0 der IO-Karte an Pin 6 des Komparators CA 3130 am Widerstand R7 \times (100 k Ω) festklemmen. Die CAS-Karte wird dann auf Schreibereinstellung gestellt und das Programm TIMI gestartet.

1. Hauptprogramm TIMI Adresse 8A00 - 8A2D

```

01 TIMI:=8A00
02 CD TREIN      TIMI    CALL TREIN      ;daten m.trigger ein
03 CD CLS        CALL CLS      ;clear akt.Speicher
04 CD WAIT       CALL WAIT     ;GDP fertig
05 JE 10         LD A,10       ;lesen=1 schreiben=0
06 D3 60        OUT (60),A     ;GDP speicherwahl
07 CD PLOT       CALL PLOT     ;timing plotten
08 CD SKALA      CALL SKALA    ;skala plotten
09 CD TREIN      CALL TREIN    ;daten m.trigger ein
10 CD CLS        CALL CLS      ;clear akt.Speicher
11 CD WAIT       CALL WAIT     ;GDP fertig
12 JE 40        LD A,40       ;lesen=0 schreiben=1
13 D3 60        OUT (60),A     ;GDP speicherwahl
14 CD PLOT       CALL PLOT     ;timing plotten
15 CD SKALA      CALL SKALA    ;skala plotten
16 DB 68        IN A,(68)     ;TAS abfragen
17 FE 8D        CP 8D         ;ist es "CR"
18 CA TIMI      JP Z TIMI     ;wenn nicht noch mal
19 C9          RET           ;fertig
    
```

```

36 22 XK0      LD (XK0),HL     ;neuer wert ins ram
37 2A WK0      LD HL,(WK0)    ;akt. werte pointer
38 2B         DEC HL         ;-1
39 22 WK0      LD (WK0),HL     ;neuer wert ins ram
40 B5         DEC B         ;zaehler -1
41 C2 SCHLEIF2 JP NZ SCHLEIF2    ;0 zurueck
42 CB 21       SLA C         ;Maske nach links
43 DB         RET C         ;fertig wenn alle B
44 2A YLOW     LD HL,(YLOW)    ;y koo nach oben
45 11 #20.W   LD DE,#20.W
46 19         ADD HL,DE
47 22 YLOW     LD (YLOW),HL    ;neue Y-koo ins ram
48 11 #10.W   LD DE,#10.W
49 19         ADD HL,DE
50 22 YHIG     LD (YHIG),HL
51 C3 SCHLEIF1 JP SCHLEIF1
52 C9         RET           ;neue zeile malen
                    ;fertig
    
```

2. Unterprogramm TREIN Adresse 8B3D - 8B59

```

11 TREIN:=8B3D
12 NE 30       TREIN  LD C,30   ;port adresse
13 21 WERT     LD HL,WERT     ;ram anfang f.werte
14 B6 FF       LD B,FF       ;zaehler
15 TRIG1:=#    TRIG1  IN A,30   ;trigger auf ---
16 DB 30       BIT 0,A       ;wert einlesen
17 CB 47       JP Z TRIG1    ;teste trigger bit
18 CA TRIG1    JP Z TRIG1    ;wenn 0 zurueck
19 TRIG2:=#    TRIG2  IN A,30   ;wert einlesen
20 DB 30       BIT 0,A       ;teste trigger bit
21 CB 47       JP NZ TRIG2   ;wenn 1 zurueck
22 C2 TRIG2    IND          ;ein,decrement B,HL
23 ED AA       INC B         ;B wieder hoch
24 44         ADD A,1       ;dummy op
25 C6 01       DJNZ #-5     ;>0 zurueck
26 10 F9       RET         ;fertig
27 C9
    
```

1. Unterprogramm SKALA Adresse 8B00 - 8B3C

```

01 SKALA:=8B00
02 21 #5.W     SKALA  LD HL,#5   ;X anfang f.skala
03 11 #20.W   LD DE,#20.W ;y anfang
04 CD MOVETO   CALL MOVETO ;stift dorthin
05 21 #505.W LD HL,#505  ;x ende
06 CD DRAWTO  CALL DRAWTO ;grundlinie
07 21 #20.W   LD HL,#20.W ;y grundlinie
08 22 YLOW    LD (YLOW),HL ;wert ins ram
09 21 #25.W   LD HL,#25.W ;Markierungshoehe
10 22 YHIG    LD (YHIG),HL ;wert ins ram
11 21 #5.W    LD HL,#5   ;x anfang
12 16 #26     LD B,#26   ;schleifenzaehler
13 SKAL:=#
14 ED 5B YLOW SKAL  LD DE,(YLOW)
15 CD MOVETO  CALL MOVETO ;an den anfang
16 ED 5B YHIG LD DE,(YHIG) ;marker koordin.
17 C5        PUSH DE    ;register sichern
18 D5        PUSH HL
19 E5        PUSH BC
20 CD DRAWTO CALL DRAWTO ;marker zeichnen
21 E1        POP BC
22 D1        POP HL
23 C1        POP DE    ;register zurueck
24 11 #20.W  LD DE,#20.W ;x weiter
25 19        ADD HL,DE ;neues x
26 05        DEC B     ;zaehler -1
27 C2 SKAL   JP NZ SKAL ;>0 zurueck
28 C9        RET       ;fertig
    
```

3. Unterprogramm PLOT Adresse 8B7B - 8B06

```

01 PLOT:=8B7B
02 DE 01      PLOT   LD C,1     ;BIT maske
03 3E #50     LD A,#50     ;YLOW
04 32 YLOW    LD (YLOW),A   ;y-koo 1.zeile
05 3E #60     LD A,#60     ;YHIG
06 32 YHIG    LD (YHIG),A   ;y-koo wenn high
07 SCHLEIF1:= SCHLEIF1 LD HL,#5   ;x anfang
08 21 #5.W   LD (XK0),HL ;ins ram
09 22 XK0    LD DE,(YHIG) ;stift an d.anfang
10 ED 5B YHIG CALL MOVETO ;ram anfang f.werte
11 CD MOVETO LD HL, WERT ;akt.werte pointer
12 21 WERT  LD HL, WERT ;akt.werte pointer
13 22 WK0   LD (WK0),HL ;schleifen zaehler
14 B6 FF   LD B,FF
15 SCHLEIF2:= SCHLEIF2 LD A,(HL) ;wert aus ram
16 7E     AND C       ;bit testen
17 A1     JP NZ HOCH
18 C2 HOCH
19 TIEF:=# TIEF   LD DE,(YLOW) ;plot tiefen Punkt
20 ED 5B YLOW LD HL,(XK0) ;tiefe ykoo
21 2A XK0  PUSH BC     ;akt.xkoo
22 05     CALL DRAWTO ;BC retten
23 CD DRAWTO POP BC    ;plotten
24 C1
25 C3 WEIT2 JP WEIT2   ;fertig
26 HOCH:=# ;plot hohen Punkt
27 ED 5B YHIG LD DE,(YHIG) ;hohe ykoo
28 2A XK0  LD HL,(XK0) ;akt.xkoo
29 C5     PUSH BC     ;BC retten
30 CD DRAWTO CALL DRAWTO ;plotten
31 C1
32 WEIT2:=# ; fuer beide weiter
33 2A XK0  LD HL,(XK0) ; x koo erhoehen
34 23     INC HL
35 23     INC HL     ; um 2 punkte
    
```

5. Unterprogramm CLS Adresse 8A2E - 8A3B

```

01 CLS:=#
02 DB 70     CLS   LD A,(70) ;Bildschirm loeschen
03 E6 04     AND 4   ;GDP Status
04 2B FA     JR Z FA  ;GDP fertig
05 3E 04     LD A,4   ;wenn nicht zurueck
06 03 70     OUT (70),A ;loesche Screen
07 C9       RET     ;befehl an GDP
                    ;fertig
    
```

Symbolische Adressen

I. Werte Speicher

| | |
|-----------|-----------------------|
| WERT 8FF0 | Anfang Werte Speicher |
| WK0 8E07 | akt.Wert pointer |
| XK0 8E05 | x-Koordinate |
| YLOW 8E01 | YLOW Koordinate |
| YHIG 8E03 | YHIG Koordinate |

II. Sprungadressen

| | | |
|------------|---------------|------------|
| SKALA 8B00 | PLOT 8B7B | WEIT2 8BDC |
| SKAL 8B20 | SCHLEIF1 8B87 | TIMI 8A00 |
| TREIN 8B3D | SCHLEIF2 8B8C | CLS 8A2E |
| TRIG1 8B44 | HOCH 8B09 | |
| TRIG2 8B4B | TIEF 8B01 | |

Bild 1. Assemblerlisting für den Logikanalysator

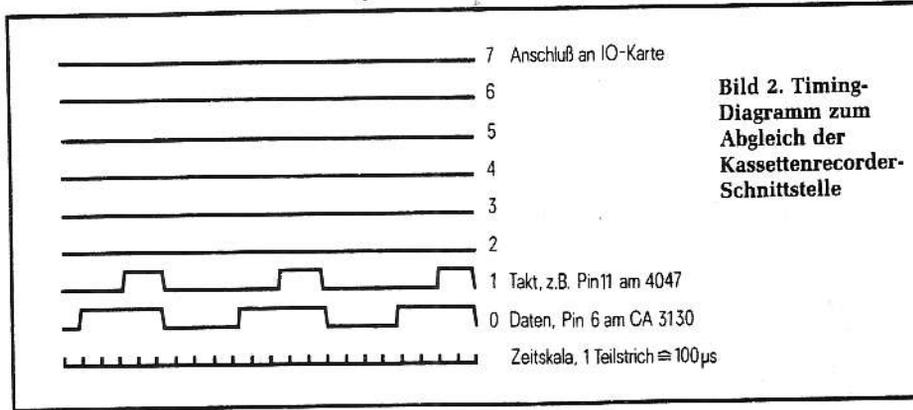


Bild 2. Timing-Diagramm zum Abgleich der Kassettenrecorder-Schnittstelle

tet. Auf dem Bildschirm muß jetzt der Takt zu sehen sein. Der Trimmer 1 muß nun so eingestellt werden, daß genau drei Takte auf die gesamte Zeitskala passen; denn $3 \times 833,3 \mu s$ entsprechen $2,5 \text{ ms}$ – also dem Bereich der Zeitskala (Bild 2).

Dann wird Bit 1 der IO-Karte zusätzlich über eine Testspitze an Pin 11 des Monoflops 4047 (CAS-Karte) gehalten. Der Trimmer 2 wird so eingestellt, daß die

aufsteigende Flanke dieses Signals genau auf die Mitte des High-Bereiches des Taktes fällt. (Vergl. hierzu auch die Abb. 5.6.2 auf Seite 188 des RDK-Anleitungsbuches.)

Literatur

- [1] Klein, R. D.: Mikrocomputer selbst gebaut und programmiert. Franzis-Verlag, München 1983.
- [2] Mikroelektronik im Fernsehen. Serie in mc ab Heft 1/1984.

Stringvariable enthalten DOS-3.3-Inhaltsverzeichnis

Am Apple-II-Betriebssystem DOS 3.3 ärgerte mich die Tatsache, daß der Zugriff auf die Filenamen im Inhaltsverzeichnis einer Diskette nur über den Befehl CATALOG möglich ist. Eine automatisierte Menüsteuerung schien damit ausgeschlossen. Einige Stunden Arbeit und mc 2/83 (ROM-Routinen des Applesoft-Interpreters) führten schließlich zum Programm in Bild 1. Es übernimmt die einzelnen Zeilen der CATALOG-Ausgabe in das Feld C\$(n). Daraus den Namen der Programme zu extrahieren, ist nur noch eine Kleinigkeit.

Zeilen 10 und 12:

Das Maschinenprogramm (Bild 2) wird in den Speicher gebracht. Es setzt ankommende Zeichen in ASCII um und speichert sie fortlaufend ab 7000H. Fer-

ner werden „Returns“ in ‚ ‚ umgewandelt.

Zeile 14:

Setzt die Ausgabe auf 300H (Startadr. des Maschinenprogramms, DOS-Handbuch, S. 139).

| | | | |
|-------|----------|-----|--------|
| 0300- | 29 7F | AND | ##7F |
| 0302- | C9 0D | CMP | ##0D |
| 0304- | D0 02 | BNE | ##0308 |
| 0306- | A9 2C | LDA | ##2C |
| 0308- | 8D 00 70 | STA | ##7000 |
| 030B- | EE 09 03 | INC | ##0309 |
| 030E- | F0 01 | BEG | ##0311 |
| 0310- | 60 | RTS | |
| 0311- | EE 0A 03 | INC | ##030A |
| 0314- | 60 | RTS | |

Bild 2. Diese Maschinenroutine wird vom Basic-Programm in Bild 1 in den Speicher geschrieben

```
10DATA 41,127,201,13,208,2,169,44,141,0,112,238,9,3,240,1,96,238,10,3,96
12FORA=768TO788:READB:POKEA,B:NEXTA
14POKE54,0:POKE55,3:CALL1002:D#=CHR$(4)
16PRINTD#"CATALOG"
18PRINTD#"FR#0"
19DIMC$(40):REM VAR FÜR CATALOG
20C#=(PEEK(778)*256+PEEK(777)-7*4096-20)/38:REM ZAHL DER FILES
21C1=PEEK(125):C2=PEEK(126)
22POKE125,19:POKE126,7*16
25FORH=1TOC:READC$(H):NEXTH
27POKE125,C1:POKE126,C2
```

Bild 1. Das Programm übernimmt die CATALOG-Ausgabe in das Feld C\$(n)

Zeilen 16 und 18:
Führen CATALOG aus und schalten danach wieder auf die Standardausgabe um.

Zeile 20:

C ermittelt aus den Speicherplätzen 309H und 30AH die letzte benutzte Speicherstelle, subtrahiert 7000H und 20 (Anzahl der Bytes für die Überschrift) und dividiert das Ergebnis durch 38 (Länge einer Fileeintragung). Somit ermittelt C die Anzahl der Fileeintragungen.

Zeile 21:

Hilfsvariablen, um die DATA-Zeiger zu retten (mc 2/83, S. 75).

Zeile 22:

Setzt den DATA-Zeiger auf 7000H+19.

Zeile 25:

Liest die Fileeintragungen.

Zeile 27:

Stellt alte DATA-Zeiger wieder her. Nur die Variablen C und C\$ sind für weitere Programmschritte festgelegt.

Bernd Michalko

Software per Nachnahme

Um eine schnelle Lieferung zu gewährleisten, hat unser Software-Service das Versandverfahren von der bisher üblichen Vorausrechnung auf Nachnahme umgestellt. Damit konnten die Lieferzeiten deutlich gesenkt werden. Leider mußten gleichzeitig die Preise, die seit dem Bestehen unseres Software-Service unverändert geblieben waren, geringfügig an die veränderten Datenträger-Kosten angepaßt werden. Eine Sammeldiskette (CBM, Apple-II, CP/M, jeweils 5,25 Zoll) kostet nun 20 DM statt bisher 18,50 DM.

Neu erschienen ist u. a. die Apple-Sammeldiskette 6 (Best.-Nr. AP 006, 20 DM) mit dem Catalog-Stopp (mc 4/1984), dem Apfel-Menü (mc 4/1984), der Cursor-Abbezier-Flächen (mc 5/1984), dem Prüfsammen-Programm (mc 6/1984), den Routinen zum seriellen Datenaustausch (mc 6/1984) sowie einigen anderen nützlichen Dingen. Eine vollständige Lieferliste sendet Ihnen der Franzis-Software-Service gern zu (Postfach 37 01 20, 8000 München 37, Tel. 0 89/5 11 73 31).