### mc-hard

Dr. Dieter Götz

# Z80-EMUF mißt Spannung und pH-Wert

Ein erweiterter Z80-EMUF [1] wird mit Hilfe eines zusätzlichen A/D-Wandlers und etwas Software zu einem Millivolt- bzw. pH-Meter.

Als A/D-Wandler wird ein 12-Bit-CMOS-A/D-Wandler von Intersil (ICL-7109) verwendet.

Es handelt sich hierbei um einen ausgesprochenen komfortablen Wandler. Er arbeitet nach der "Dual-Slope"-Integrationsmethode und besitzt TTL-kompatible Tri-State-Ausgänge. Zur Steuerung der A/D-Wandlung gibt es einen RUN/HOLD-Eingang. Liegt dieser Ausgang auf logisch 1 bzw. bleibt er unbeschaltet,

führt der Baustein eine Wandlung nach der anderen aus. Wird er auf logisch 0 gelegt, so beginnt die Wandlung erst beim Umschalten auf logisch 1. Eine zweite Möglichkeit zur Steuerung bietet der Zustand des Statusbits. Während der Wandlung liegt es auf logisch 1, am Ende geht es auf logisch 0. Im vorliegenden Fall wird der RUN/HOLD-Eingang unbeschaltet gelassen und die Wandlung erfolgt softwaremäßig mit Hilfe des Statusbits.

31-poligerStecker am Z80-EMUF ICI - 7109 STATUS 40 REF IN+ POL 24 B5 23 -86 REF IN -OR REF OUT B12 19 B3 18 B2 REF CAP-B11 REF CAP+ B10 R1 15 - BO 9 -A7 B8 10 -A6 A7 B7 - 10 11 -A5 INT 86 V-B5 12 12 -A4 SEND 84 - 13 A3 RUN/HOLD A2 26 B3 -14 8 -BUF OSC A1 B2 - 15 OSC OUT - 16 TEST OSC IN LBEN INLO - 18 -HBEN - 19 -33 -COMMON OSC SEL CE/LOAD -20 24 MODE Bild 1. Die A/D-Wandler-Hardware und deren Anschluß am erweiterten Z80-EMUF Außerdem besitzt der Wandler noch einen Ausgang zur Anzeige der Meßbereichsüberschreitung und der Polarität.

Der ICL 7109 hat die Möglichkeit zur Wahl zweier Betriebsarten: Handshakemodus oder Direktmodus. Es wurde der Direktmodus gewählt. Als Versorgungsspannungen werden ± 5 V benötigt. Die positive Versorgungsspannung kann z. B. an Pin 27 der 31poligen Leiste des Z80-EMUF abgegriffen werden.

#### Wenig Hardware mit viel Leistung

Wie man aus Bild 1 sieht, sind neben einem Schwingquarz lediglich einige Widerstände und Kondensatoren notwendig. Die Schaltung wurde so bemessen, daß sie einen Meßbereich von ±5 V umfaßt. Die genaue Einstellung erfolgt mit dem 20-kQ-Potentiometer.

Die digitalen Ausgänge (Bit 1...Bit 12, Status, Overrange, Polarität) werden direkt auf die entsprechenden Pins des 31poligen Leistensteckers des EMUF gelegt.

#### EMUF als Digital-Millivoltmeter

Bild 2 zeigt das Maschinenprogramm, das den EMUF zum Millivoltmeter macht. Es beginnt mit der RAM-Adresse 8200H und umfaßt etwa 1 KByte. Von dem Monitorprogramm [1] werden zwei Unterprogramme verwendet, nämlich Tastaturabfrage/Eingabe (0097H) und Zeichenausgabe auf dem Display (00BDH). Das Programm umfaßt die Lösung folgender Aufgaben:

- ☐ Auswertung der A/D-Wandlung
- ☐ Hexadezimal/Dezimal-Umwandlung☐ Umrechnen der eingelesenen Werte
- auf den Meßbereich von -5 V bis +5 V
- □ Ausgabe der angelegten Meßspannung in mV auf dem Display

Das Programm wird durch Eingabe der Adresse 8200H und anschließendes Drücken der Go-Taste gestartet. Durch Drücken der Display-Taste kann der in diesem Augenblick im Display erscheinende Wert fixiert werden. Durch Drükken der Enter-Taste wird der Programmlauf fortgesetzt. Mit Break gelangt man zurück ins Monitorprogramm.

#### EMUF als pH-Meter

Zur pH-Messung wird als Elektrode die heute nahezu ausschließlich verwendete

60 mc 1/1985

```
87 11 fa
ff d3 o2
1o 21 e1
                                                   d3 o2 3e
e6 4o 28
                                                                                                                                                                                                               3e
87
                                                                                                                                                                                                                                          cf
3e
                                                                                                                                                                                                                                                                   d3 o3
4o o6
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      3e
06
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             d3
23
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      03
8220:
                                                 bd oo
oo 6f
                                                                                                      18 52 db o1
db o1 e6 of
                                                                                                                                                                                                                 e6 10
67 54
                                                                                                                                                                                                                                                                   20 o5
5d o6
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        cd bd oo
o2 cd d9
                                                                            6f db o1 e6 of
cd d9 82 af ed
72 2b eb d5 3a
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      o2 cd d9 d1 eb
d9 82 19 d1 eb
o2 d1 c9 cd a3
8240:
                                                                                                                                                                                                               52 of
f9 87
                                                                                                                                                                                                                                                                 o4
b7
                                                                                                                                                                                                                                                                                            cd
28
 8260:
                                                   23
                                                                                                                              db
77
                                                                                                                                                          01
                                                                                                                                                                                     e6
77
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        20 06
97 00
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             3e
7b
                                                                                                        02
                                                                                                                                                                                                                 20 21
                                                                                                                                                                                                                                                                    e5 87
                                                                                                                                                                                                             cd bd oo cd
eo 82 db o1
cd c3 82 41
                                                                                                     af
c9
f5
 8280:
                                                   18 02
                                                                                                                                                        o5 cc
e8 o3
11 oa
4f ed
                                                                                                                              fe
11
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        e6
11
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  10
                                              de c9 af 4f ed cb 27 cc 
                                                 00
78
82
 8280:
                                                                              18
                                                                                                                                                                                                               00 cd c3 82 60 41 4d 78 cd 52 38 03 0c 18 f9 19 c9 cb b1 47 c9 cb 2a cb 1b 10 fa 7b fe 06 20 f5 c9 00 00 00
 82co:
                                                                                                                                                                                                                                                                      00 00 00 00 00 00 00
```

Bild 2. Dieses Programm macht den EMUF zu einem Digital-Millivoltmeter

Glaselektrode eingesetzt (z. B. bei der Firma Ingolf oder der Firma Schott erhältlich). Außerdem benötigt man zum Kalibrieren zwei Lösungen mit genau definierten pH-Werten. Dazu verwendet man zwei Pufferlösungen mit dem pH-Wert 7 und dem pH-Wert 9 (Pufferlösungen sind z. B. bei der Firma Merck, Darmstadt, erhältlich). Da alle späteren pH-Berechnungen sich auf diese beiden Eichpuffer beziehen, sollte die Glaselektrode vor dem Wechseln der Puffer sorgfältig mit destilliertem Wasser abgespült und die Pufferlösungen von Zeit zu Zeit gewechselt werden. Bild 3 zeigt das Programm zur pH-Messung.

#### Die Kalibrierung zur pH-Messung

Soll der EMUF als pH-Meter eingesetzt werden, muß auch das Programm nach Bild 2 im RAM stehen, da das pH-Programm auf einige Routinen zurückgreift. Das Programm Kalibrierung beginnt bei der Adresse 8300H und geht bis 834FH. Es wird gestartet durch Eingabe der Adresse 8300H und anschließendes Drücken der Go-Taste. Im Display erscheint dann: PUF1 = 7. Die Glaselektrode sollte jetzt am A/D-Wandler angeschlossen sein und in der Pufferlösung mit pH=7 stehen. Nach Drücken der Taste Enter beginnt die A/D-Wandlung und im Display erscheint der entsprechende Meßwert des Eichpuffers 7 in mV. Er liegt in der Nähe von 0 V. Zu beachten ist, daß sich an der Glasmembran der Glaselektrode relativ komplexe chemische Ionenaustauschvorgänge abspielen, so daß die Einstellung des chemischen Gleichgewichts einige Zeit benötigt. Ändert sich der Meßwert im Display nicht mehr, wird die Taste Break gedrückt; dadurch wird der augenblickliche Wert für pH 7 in der Speicherzelle 87FAH abgelegt und im Display erscheint: PUF2= 9. Nach Abspülen der Elektrode

wird diese jetzt in den Puffer mit pH 9 gestellt und der Meßvorgang analog zum ersten Puffer wiederholt. Durch Drücken der Taste Break ist der Kalibriervorgang beendet. Die aus den beiden Puffern berechnete Empfindlichkeit der Glaselektrode ( $\Delta$  mV/pH-Einheit) ist in Speicherzelle 87FEH abgelegt.

An sich genügt es, einmal zu Beginn der pH-Messungen die Kalibrierung durchzuführen. Bei längeren Messungen ändert sich jedoch manchmal die Empfindlichkeit der Elektrode. Eine gelegentliche Nachkalibrierung ist deshalb empfehlenswert. Ist die Empfindlichkeit der

Elektrode bekannt, kann sie natürlich auch direkt in 87FEH abgelegt werden. In 87FFH ist dann eine Null einzugeben.

#### Die pH-Messung

Das Programm für die pH-Messung beginnt ab 8350H. Im Display erscheint zunächst: nESSEn. Nach Drücken von Enter beginnt die pH-Messung. Das Ergebnis erscheint im Display. Es erfolgt eine kontinuierliche pH-Messung; der Rücksprung ins Monitorprogramm erfolgt wieder durch die Break-Taste. Die Bedienung erfolgt analog der Spannungsmessung

#### Eingabe des Programms

Zur Eingabe des Programms gibt es drei Möglichkeiten:

- ☐ Per Hand. Da die vorliegenden Programme schon relativ umfangreich sind, ist dies ein wenig mühselig.
- ☐ Wird der EMUF oft als Millivoltmeter und zur pH-Messung eingesetzt, können die Programme neben dem Monitor noch im EPROM 2716 abgespeichert werden.
- □ Wie in [1] beschrieben, können über Bit 7 der PIO 0, Port B (Pin 22 des 31poligen Leistensteckers), Daten ausbzw. eingegeben werden.

```
8300: 21 o6 83 c3 df 83 3e a8 12
8310: fe o6 2o f5 11 fa 87 af 32
8320: 83 c3 df 83 3e f9 12 cd bd
                                                                  cd bd oo cd 97
f9 87 cd od 82
            fe o6 20 f5 11
83 c3 df 83 3e
20 f5 11 fc 87
                                                                               cd od 82 21 24
                                                                   00
                                                                         cd
                                                                                97
                                                                                            7b
                                          cd od 82 ed 5b fa 87 2a fc 87
1d 22 fe 87 oo oo oo oo oo oo
                                    cb 1d 22 fe
8350 - 849f: pH-Messung
835o: 21 e6
836o: 3e 75
837o: 06 20
                              3e
77
                                                      3e
77
97
                                                                               cd 97
o4 20
                        2b
f5
                                    3e
81
                                          4c
83
                                                2b
cd
                                                            cđ
                                                                  bd
7b
                                                                         oo
fe
                              cd
                                                             00
                                                                  7b fe cd od 5b fa c3 53 9d 6f f6 83 3e o7 1b 8e
                                    f9 87
2b 2a
83 7c
f6 83
                                                                                          8c 84
ed 52
            oo 3e
o1 e6
                        01
                             32 f9
20 2b
                                                      fc 87
87 ed
8380:
                                                 11
8390:
                                                            ed
67
64
                                                                               87 af
84 11
26 06
7d b7
94 67
65 12
84 dd
84 3a
87 57
d2 2f
2b 10
19 c8
                                                 fc
                  83 cd f6
ed 52 cd
5b fa 87
94 67 3e
                                                c6
af
87
                                                                                          00
c3
28
 83ao:
            ac
                                                       07
                                                      3e 64
19 cd
18 7a
9d 12
19 84
19 84
6f c9
83bo:
                  5b
94
87
1b
                             87
3e
e5
 83co:
                                    2a
64
12
1b
8c
3a
10
                                          fc
95
1b
e9
84
f7
dd
                                                6f
3e
cd
cd
87
                                                                  3e o7
1b 3e
cd 8c
cd 8c
3a fe
29 17
19 dd
                                                                                     67 18
12 1b
dd 22
3a f7
57 7d
83do:
            06
                  87 3e e5
1b af 12
42 84 cd
22 f7 87
            e6
12
83fo:
8400:
8410:
            cd
842o:
843o:
            oo 1e oo o6
29 dd 23 b7
                                                21 00 00
d2 3c 84
                                                                                     2f
           57 c9 o6 64 21
18 f5 c9 e5 cd
af 67 od
                                          52
                                                                                     1o eb af
                                                oo cb 38
84 6c af
63 cd 9o
                                                                  30 01
67 cd
8440:
                                          00
8450:
                                    cd
82
                                                                         cd
21
                                                                               a3
e4
                                          8c
                                                                                     82 eb e1
                       cd a3
87 7e
cd 97
                                          d1
77
7b
                                                                  02
 8460:
                  67
                                    23
                                                                               21
c9
            21 e3 87
                                                 3e 4o 2b
fe o5 cc
                                                                         af
82
8470:
                                                                                           87
8480:
                  oo cd
                                                                   eo
8490:
            bd oo e1 d1 c1 c9
                                                 00 00 00 00 00
                                                                               00 00 00 00 00
Bild 3. Die zwei Programme zur Kalibrierung und zur eigentlichen pH-
Messung. Die Software zur Spannungsmessung muß sich ebenfalls im
```

mc 1/1985 61

Speicher befinden

## mc-hard

```
oo 3c ol oe oo
28 o2 18 f3 cd
93 d3 9f cd 49
7e 13 2b 7c b5
7eoo:
                                                    fe
7e1o:
                                            ed bo 3e
1a cd fd
9f 21 95
                                     00
7e
d3
                             1a
81
7e2o:
                       01
                                                                7e
7f
7e3o:
7e4o:
                 f3
                        3e 9b
                                                                        11 oo 3c ol
                                                                 cd
                                            oo ed bo el dl cd 3o 7f
d5 11 od oo cd 4e 7f dl
7e60:
                 40 3c o1
                                     oc
                                                                                                           13 2b
                                                   11 od
7c 7f
7e7o:
                                     00
                        ca
                                     o1
c9
                                                                11 oo 3c o1
c9 o1 21 88
                                                                                                   00
7e8o:
                        cd c9
                                            23
7e9o:
                              cd
                                                   d5 cd c9
                 od oo ed
o6 o4 11
                                            cd bo 7e
3c d5 cd
                                                                cd c9
49 oo
                                                                               7e
d1
                                                                                     eb d1
fe od
7000
                                     bo
                                         cd bu
3c d5 cd 49 c
fe od c8 18
27 cb 27 57
cb 27 cb 27
3a fa fa 7e
1 c1 f1 c9 37
                                                                     od
o6
f4
27
f2
5f
7ebo:
                                     10
7eco:
                        cd
                              49
                                    oo
cb
27
fe
e1
10
7edo:
                              27
                             cb
7e
7f
1f
7eeo:
                       7e
c9
7efo:
                                                                               o9 f5
1c 7f
                 cd
7f
                        o7
f1
7foo:
                                                                        cd
                       3e ff d3 9e
db 9e 17 3o
cd 4e 7f db
2o fb c9 45
3f 45 4d 55
                                                   18 oo 21 <u>11</u>
fb o6 o8 11
9e 17 cb 19
49 4e 28 31
7f20:
                 o6
d9
                                                                               oo 2b 7c b5 2o fb c9
o9 oo cd 4e 7f 11 14
                                                   fb o6 o8 11 <u>o9 o0</u> cd 4e 7f

9e 17 cb 19 10 f3 79 d9 c9

49 4e 28 31 29 2d 41 55 53

46 20 41 55 46 20 45 49 44

4b 41 59 28 4a 29 3f 53 50

4e 46 2e 53 50 45 45 49 43
7f40
7f60:
                 29
42
                              21
45
                                     20
                                            4f
41
7f70
                                            11 40 41 52 53 50 45 45 49 43 45 45 44 46 26 53 50 45 45 45 49 43 45 45 41 46 47 43 48 20 4e 49 43 55 46 20 53 54 41 52 54 45 4e
7f8o:
                 43
                        48
7f90:
                 52 45 4e
53 47 41
                                     44
                                                                                                                  41 55
48 54
7fao:
                              54 41
45 4d
7fco:
```

Bild 4. Ein Programm zum Datenaustausch zwischen EMUF und TRS-80

Bild 4 zeigt ein Maschinenprogramm, geschrieben für den TRS-80 Model I, das den Datenaustausch mit dem EMUF abwickelt. Die Aus- und Eingabe erfolgt über Bit 7 des Port B am 8255 (Adresse 9EH des TRS-80). Das kleine Programm ist dialogorientiert und erklärt sich von selbst. Es beginnt ab 32 256 (dezimal).

Es wurden lediglich drei Routinen des TRS-80 verwendet, nämlich Zeicheneingabe (0049H), Zeichenausgabe (0033H) und Löschen des Bildschirms (01C9H). Durch Ändern dieser Routinen und des Bildschirmspeichers (3C00H), kann deshalb dieses Maschinenprogramm auf andere Z80-Systeme angepaßt werden. Zu beachten ist noch, daß die Datenübertragung ohne irgendwelche Handshakesignale arbeitet und deshalb die Zeitschleifen (im Listing unterstrichen) beim Einsatz eines anderen Computers ebenfalls angepaßt werden müssen.

#### Literatur

- Götz, D.: Z80-EMUF mit Display und Tastatur. mc 1984, Heft 9.
- [2] Datenblatt ICL-7109, Intersil.

## 80 Spuren ohne Patch-Disk

Einer der größten Schwachpunkte des Apple-II ist wohl die mit 140 KByte recht geringe Disketten-Kapazität. Es sind deshalb in letzter Zeit einige Applekompatible Laufwerke auf den Markt gekommen, die mit 40 oder 80 Spuren, zum Teil auch doppelseitig, eine wesentlich höhere Kapazität pro Diskette erlauben. Das funktioniert natürlich nicht mit dem von Apple mitgelieferten DOS 3.3 oder Pro-DOS; hier werden nur 35 Spuren unterstützt.

Vielfach werden daher zu 80-Spur-Laufwerken gleich Disketten mitgeliefert, die eine entsprechend geänderte Version des Betriebssystems enthalten sowie auch ein Hilfsprogramm, das es gestattet, die "alten" 35-Spur-Disketten auf 80-Spur-Disks umzukopieren. Leider hat sich hier in den letzten Jahren ein richtiger Wildwuchs an untereinander oft nicht kompatiblen DOS-Versionen entwickelt. Die Software-Anbieter vertreiben ihre Disketten aus Kompatibilitätsgründen aber weiterhin im 35-Spur-Format.

Um dieses leidige Problem zu umgehen, hat die Firma Erphi eine spezielle Disk-Controller-Karte auf den Markt gebracht, die es ermöglicht, DOS-3.3-, UCSD-Pascal- und CP/M-Disketten mit 35 Spuren auf einem Laufwerk mit höherer Kapazität zu booten. Der Trick dabei ist, daß auf der Diskette selbst das Betriebssystem nicht mehr geändert werden muß; vielmehr wird es im Speicher von einem auf der Controller-Karte befindlichen EPROM automatisch angepaßt.

Ferner besitzt der neue Controller nicht nur zwei der speziellen Apple-Laufwerks-Steckverbinder, sondern auch einen Stecker nach der weitverbreiteten Shugart-Norm mit 34 Pins, an den zwei herkömmliche 5,25-Zoll-Laufwerke angeschlossen werden können. Die Funktion eines zusätzlich installierten normalen Apple-Controllers wird nicht beeinträchtigt, dieser ist aber nicht mehr unbedingt notwendig. Will man einen Boot-Vorgang ohne "Patch" (automatische DOS-Anpassung) einleiten, so braucht man nämlich einfach nur IN statt PR eingeben, gefolgt von der Slot-Nummer, die beim Erphi-Controller allerdings immer 6 sein muß.

Die zentrale Frage lautet natürlich: Soll man sich nun überhaupt ein 35/40-Spur-Laufwerk anschließen oder ist es nicht besser, überhaupt nur 80-Spur-Laufwerke zu verwenden? Denn mit den 80-Spur-Versionen kann man 35-Spur-Disketten ja ohne weiteres lesen. Aber eben nur lesen. Denn die Kopfspalt-Breite ist bei den 80-Spur-Laufwerken geringer, so daß eine einmal beschriebene 40-Spur-Disk nicht einmal richtig gelöscht bzw. überschrieben werden kann. Selbst bei Neuaufzeichnung von leeren Disks kann nicht sichergestellt werden, daß der Freund, der ein 35- oder 40-Spur-Laufwerk hat, diese dann auch lesen kann.

Ganz ohne eine mitgelieferte Patch-Disk kommt übrigens auch der Erphi-Controller nicht aus: Zwar keine Disk zum Anpassen des DOS, aber mit einigen Hilfsprogrammen zum Formatieren von leeren Disketten und zum Transfer von Dateien zwischen unterschiedlichen Formaten. Die mitgelieferte Software ist im Stil des Apple-FID dialog- und menüorientiert geschrieben, man kommt damit auch ohne langes Studieren des Handbuches gut zurecht.

Wer sich die Mühe des Selbstzusammenstellens der Hardware ersparen will, kann bei Erphi auch ein passendes Doppel-Laufwerk im Gehäuse beziehen, das ein eigenes Netzteil enthält (das ist sinnvoll, weil z. B. Shugart-Laufwerke deutlich mehr Strom brauchen als die von Apple gelieferten). Die beiden Laufwerks-Seiten werden als getrennte Laufwerke behandelt, so daß man insgesamt scheinbar mit vier Laufwerken arbeitet, die jeweils mehr als die doppelte Kapazität eines Normal-Apple-Laufwerks besitzen.

Wenn Sie eins von letztgenannter Sorte noch haben, sollten Sie es aber auch nach Erwerb der Erphi-Floppy-Station nicht verkaufen – siehe oben!

62 mc 1/1985