

Peter Zechner

Fourier-Analyse mit AIM-65 und PC-100

Die Fourier-Analyse gehört heute zum Handwerkszeug des Elektrikers. Für AIM-65 und PC-100 entstand deshalb ein Programm, welches einen durch den Rechner gemessenen Kurvenzug (-1,28...+1,28 V) auf eine Wiederholung eines Maximums überprüft, und falls diese festgestellt wird, den Kurvenzug in seine einzelnen Komponenten zerlegt.

Das Programm liefert den Ausdruck der Amplituden und Phasenwinkel eines dem A/D-Wandler angebotenen Kurvenzuges. Der errechnete Phasenwinkel bezieht sich dabei auf das zeitlich erste

Maximum des Kurvenzuges. Die Amplitudenwerte werden in mV ausgegeben, die Auflösung beträgt 5 mV. Ursprünglich war das Programm zur Sprachanalyse zusammengestellt worden, um „Pho-

neme“, also Grundelemente der menschlichen Sprache, zu untersuchen.

Der abgetastete Kurvenzug ist 30 ms lang. Dies ermöglicht die Erfassung mehrerer Sprachschwingungen, die sich im Bereich von 140...300 Hz bewegen. Man kann damit auch Klirrfaktoren von Frequenzen bis ca. 1000 Hz bestimmen, muß dabei aber in Betracht ziehen, daß sich aus der Meßfrequenz und der Abtastfrequenz des A/D-Wandlers Mischprodukte bilden. Der für Programme dieser Art recht knappe Speicherraum des AIM-65/PC-100 wird in drei Bereiche aufgeteilt, und zwar hex 200...DCF für das Basic-Programm, DD0...EFF für die Tangens-Routine und den A/D-Wandler, und letztlich F00...FFF für die Speicherung der Meßdaten. Das Programm wird als Basic-File in zwei Teilen eingelesen. Es wird empfohlen, den Kassettenrecorder mit der vorgesehenen Start-Stop-Schaltung zu steuern.

Im ersten Teil (Bild 1) erfolgt nach RUN die Initialisierung aller Basic-Parameter, die Aufteilung des Speicherraums und die Eingabe der Maschinenprogramme.

Nach ca. 30 s löscht sich Teil 1 selbst, und Teil 2 (Bild 2) kann eingelesen und mit RUN gestartet werden.

Die Kassettenfunktion bedarf keiner speziellen Input-Anweisung. Das „CHAIN“ von Teil 1 zu Teil 2 erfolgt automatisch. Außer der Fourier-Analyse-Routine enthält das Basic-Programm eine Auto-Trigger-Zeile. Damit wird es möglich, zu „lauschen“, d. h. auf ein Ereignis zu warten. Einschwingvorgänge können jedoch damit nur bedingt untersucht werden, denn das Basic-Programm reagiert

```

10 A=3535
20 POKE128,(A-INT(A/256))*256:POKE128,(INT(A/256))
30 POKE100+13:POKE189,14
40 POKE4-61:POKE5,14
50 READB:IF B<0 THEN POKE277,0:NEW
60 POKEA,B:A=A+1:GOTO50
1000 DATA11,118,179,131,189,211,121,38,244,166,245,123,131
1001 DATA252,176
1002 DATA16,124,12,31,103,202,124,222,83,203,193,125,20,100
1003 DATA112,76,125,193,234,81,122,125,99,40,136,126,126,146
1004 DATA68,153,58,126,76,204,145,199,127,170,170,170,19,120
1005 DATA0,0,0,0,165,174,72
1006 DATA16,3,32,184,204,165,169,72,201,129,144,7,169,251,160
1007 DATA198,32,78,200,169,200,160,13,32,60,205,104,201,129
1008 DATA144,7,169,78,160,206,32,143,197,184,16,3,76,184,204
1009 DATA96,162,16,169,64,141
1010 DATA11,160,169,138,141,4,160,160,0,169,0,141,5,160,169
1011 DATA15,133,225,132,225,169,255,141,2,160,169,128,141,0
1012 DATA160,44,1,160,16,65,9,64,141,0,160,44,1,160,16,65,9
1013 DATA32,141,0,160,44
1014 DATA1,160,16,65,9,16,141,0,160,44,1,160,16,65,9,0,141
1015 DATA0,160,44,1,160,16,65,9,4,141,0,160,44,1,160,16,65
1016 DATA9,2,141,0,160,44,1,160,16,65,9,1,76,230,14,73
1017 DATA192,141,0,160,44,1,160,48,191,73,96,141,0,160,44,1
1018 DATA160,40,191,73,48,141,0,160,44,1,160,48,191,73,24,141
1019 DATA0,160,44,1,160,48,191,73,12,141,0,160,44,1,160,48
1020 DATA191,73
1021 DATA6,141,0,160,44,1,160,48,191,73,3,141,0,160,44,1
1022 DATA160,40,2,73,1,145,225,200,240,11,44,13,160,80,251
1023 DATA173,4,160,76,91,14,96,0
1024 DATA-1

```

Bild 1. Der erste Programmteil dient zur Initialisierung der Maschinenprogramme und der Basic-Parameter. Er wird geladen, mit RUN gestartet und löscht sich nach ca. 30 Sekunden selbst

```

1 REM 15. DEZ. 80
2 REM TOFOU AUFLÖSUNG VON MESSKURVEN
3 REM BIS 40H UNGENAUIGKEIT <1%
15 X=USR(0)
20 PRINT "DIE MESSUNG BEGINNT NACH EINGABE VON 'L' SOFORT ODER NACH"
30 PRINT "'A' DURCH DAS MESS-SIGNAL GETRIGGERT"
40 GETA$: IFA$="L" GOTO 70
50 IFA$="" GOTO 40
60 A=PEEK(40961): X=PEEK(40961): IFX=AGOTO 60
70 X=USR(0)
80 FORAD=3840 TO 4095: M=PEEK(AD): IFM=) MATHENMA=M:P1=AD
85 IF(M=0) OR (M=255) THEN PRINT "A-D WANDLER UEBER- STEUERT!" : RUN
90 NEXTAD
95 AD=3840
100 M=PEEK(AD): IFM+DE=MAGOTO 140
110 AD=AD+1: IFAD<4096GOTO 100
120 DE=DE+1: IFDE<3GOTO 95
130 PRINT "KEINE PERIODIZITÄT IM MESSINTERVALL NEUE MESSUNG"
135 RUN
140 IF((P1+5)AD) AND (P1-5(AD)) GOTO 110
142 IFM=PEEK(AD+1) GOTO 110
145 IFAD)P1 THEN X=AD: AD=P1:P1=X
150 PRINT "F INDEX H =" INT(1E+5/(14*(P1-AD))) "HZ"
160 DE=P1-AD: A=0: IFDE/2<INT( DE/2) THEN DE=DE-1
170 FORAD=(P1-DE) TO P1: A=A+(PEEK(AD)-128)*SIN(W)
180 PRINT "NULLPUNKT FEHLER " INT(10*A/DE) "MV"
220 P1=3.141592654
240 FORF=1 TO (DE/2)
245 X=0: Y=0
250 FORI=1 TO DE
255 W=F*I*2*PI/DE
256 W=2*PI*INT(W/(2*PI))
260 X=X+(PEEK(P1-DE+I)-128)*SIN(W)
270 Y=Y+(PEEK(P1-DE+I)-128)*COS(W)
280 NEXT I
290 Y=2*Y/DE: X=2*X/DE
300 R=SQR(X*X+Y*Y)
320 R=INT(R*10)
330 IFR<3GOTO 500
340 AS=STR$(R)
345 IFLEN(AS)>4 THEN AS="" +AS: GOTO 345
346 AS=AS+" "
350 W=ATN(Y/(X+(1E-37)*X))+(PI*(X<0))
360 IFW<0 THEN W=W+2*PI
370 IFW<PI THEN AS="" +AS: GOTO 330
380 W=W-PI: AS="" +AS
390 IFW>PI/2 THEN W=W-PI/2: AS="" +AS+"COS " : GOTO 410
400 AS="" +SIN "
410 W=W*100/PI: W=INT(W+.5)
420 AS="" +STR$(F)+"H"+"STR$(W)+" "
430 PRINT! AS
500 NEXT F
510 PRINT "KOMMENTAR!": INPUT A$
520 PRINT! " ": PRINT! " ": RUN
    
```

Bild 2. Das ist das eigentliche Analyse-Programm. Zusammen mit dem A/D-Wandler in Bild 3 errechnet es die harmonische Zusammensetzung beliebiger Eingangssignale bis zu etwa 3 kHz

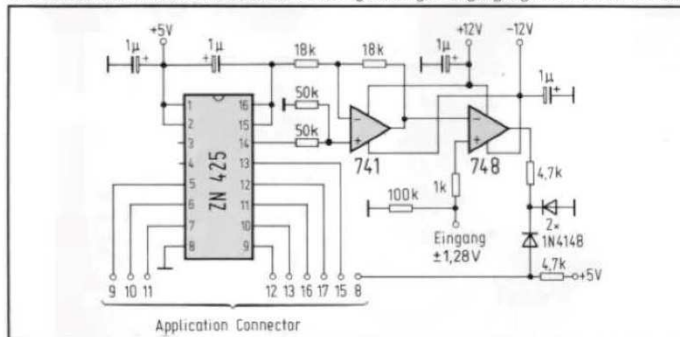


Bild 3. Einfache A/D-Wandlerschaltung mit dem ZN 425 von Ferranti. Die Materialkosten betragen weniger als 30 DM. Eigentlich handelt es sich um einen D/A-Wandler, der per Software zu einem A/D-Wandler umfunktioniert wird

recht langsam. Die sofortige Ausgabe der Resultate ist wegen des begrenzten Speicherraumes notwendig. Außerdem ist es ganz angenehm, den Fortschritt der Berechnung verfolgen zu können, oder z. B. bei der 80. Oberwelle abzubrechen. Ein automatischer Abbruch ist nicht eingeplant; im Normalfall wird immer bis 3500 Hz gerechnet.

Mit den Tasten L oder A kann man getriggert oder ungetriggert die Meßwerte einlesen. Danach erfolgt die Ausgabe der für die Rechnung verwendeten Grundfrequenz sowie die Spitzenamplituden der Harmonischen. Die Berechnung dauert 10...30 Minuten, je nach Anzahl der erfaßten Oberwellen. Bild 3 gibt eine geeignete A/D-Wandlerschaltung wieder, die sich recht preiswert aufbauen läßt.

Für die beiden Operationsverstärker werden als Betriebsspannung -12 V und +12 V (unstabiliert) benötigt.

„INPUT DATA“ per Programm

Einen umfangreichen Datensatz zu schreiben, etwa eine Waren-Preisliste oder ein Adressenverzeichnis, ist lästig. Das folgende kurze CBM-Programm bietet eine gewisse Erleichterung. Es nutzt die Möglichkeit, Cursorbefehle im Tastaturpuffer zu speichern, und bedarf im übrigen keiner weiteren Erläuterungen außer vielleicht der, daß die Werte in Zeile 110 für das CBM-3000-System gelten und für den PET-2001 zu ändern wären in: P1 = 527 : P2 = 525.

Meno Sellschopp

```

100 REM ***** INPUT DATA *****
110 P1=623: P2=158
120 PRINT "INPUT DATA ← ENDE": PRINT
130 POKEP1, 34: POKEP2, 1
140 INPUT "INPUT DATA"; D$
150 IF D$="" THEN LIST 1000-
160 READ D: D=D+1
170 PRINT "1000 DATA"; D
180 PRINT 1000+D; "DATA "; D$
190 PRINT " RUN"
200 POKEP1, 19
210 FOR I=1 TO 3: POKEP1+I, 13: NEXT I
220 POKEP2, 4: STOP
1000 DATA 0
    
```

Dieses CBM-Programm ermöglicht es, umfangreiche DATA-Sätze mit dem INPUT-Befehl innerhalb eines Basic-Programms komfortabel einzugeben