

Analogrechner ANRE des FEOll Paderborn

Rainer Glaschick, Paderborn
2015-07-14

Im Juni 2015 erhielt das HNF Paderborn von Dr. Rasfeld, Universität Duisburg-Essen, einen sehr kompakten Analogrechner aus etwa dem Jahre 1980, der im FEOll der Universität Paderborn entworfen und gebaut worden war. (Die FEOll GmbH, das *Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren*, war der Vorläufer der Univ. Paderborn; nach deren Gründung wurde dieses Acronym für das spätere *Institut für Medienverbund und Mediendidaktik* beibehalten).

Eine zugehörige, originale Beschreibung war nicht mehr vorhanden. Weitere erhaltenen Exemplare sind nicht bekannt.

Die folgende Beschreibung wurde an Hand des somit einzigen bisher bekannten Exemplars rekonstruiert.

Der Rechner wurde für die Darstellung von math. Funktionen entworfen und ist im wesentlichen auch nur hierfür brauchbar, da er stets im Repetiermodus arbeitet.

Allgemeine Beschreibung

Der Rechner ist (ohne das externe Netzteil) in einem leicht pultförmigen Gehäuse von 32,5 cm Breite und 25,5 cm Länge untergebracht. Ohne Füße und Aufbauten ist die Höhe vorne 3cm und hinten 3,5cm. Die Gesamtmasse beträgt 1,6 kg.

An der hinteren Rückwand befindet sich ein 6-pol. Stecker (DIN 41524) für die Stromversorgung und eine 9-pol. Buchse für den Anschluss eines Flachbettschreibers oder Oszilloskops.

Auf der Oberseite befinden sich, von oben (hinten) beginnend:

- eine 64-pol. Federleiste nach DIN 41612, ein (analoges) Anzeigeelement, ein Matrix von 3 mal 4 Buchsen, und ein unbeschrifteter Kippschalter mit Potentiometer
- fünf Koeffizientenpotentiometer K_1 bis K_5
- fünf Integratoren I_1 bis I_5 ,
- vier Summierer S_1 bis S_4 , und ein Multiplizierer M_1
- vier Summierer S_5 bis S_8 , und ein Multiplizierer M_2
- fünf Koeffizientenpotentiometer K_6 bis K_{10}

Die Programmierung erfolgt mit Kabeln, die beidseitig Stecker von 2mm Durchmesser haben. Diese Stecker müssen federnd sein, da die Buchsen feste Röhrchen ohne Federmechanismus sind. Derartige Stecker sind als stapelbare Stecker in einer verbesserten Ausführung verfügbar, gehören jedoch nicht zum üblichen Sortiment.

Die 64-pol. Federleiste erlaubt die Verwendung vorgefertigter Programme. Sie erlaubt die Verschaltung der Ausgänge mit den Summierpunkten, so dass Widerstände verwendet werden können und müssen.

Elektrische Eigenschaften

Das Gerät verwendet als Operationsverstärker den bekannten Typ 741, dessen nicht-invertierender Eingang in den Rechenschaltungen über 33k Ω mit Masse verbunden ist. Die Offsetspannung kann nach dem Öffnen durch Trimmwiderstände abgeglichen werden.

Zeitgeber

Als Zeitgeber dient ein Funktionsgenerator-IC ICL 8038. Dies erzeugt das Umschaltsignal für das Setzen der Anfangsbedingungen sowie eine nullsymmetrische Sägezahnspannung, die auf die Buchse X_E gelegt ist.

Es ist nur repetierender Betrieb möglich; die Frequenz wird über das Potentiometer unterhalb des Kippschalters rechts oben eingestellt

Ist der Kippschalter in Richtung Potentiometer geschaltet, liegt die Periodendauer zwischen 1,2sec und 6sec. In den beiden anderen — nicht unterschiedenen — Stellungen des Kippschalters wird der Rechner auf eine ca. 1000 mal schnellere Betriebsart umgeschaltet.

Konstantenpotentiometer

Die Ausgänge der zehn Konstantenpotentiometer (10k Ω) werden durch einen Operationsverstärker gepuffert; möglicherweise, weil die 100-fach Eingänge der Rechelemente recht niederohmig sind.

Summierer

Die Summierer verwenden einen Rückkopplungswiderstand von 330k Ω damit ist der Eingangswiderstand der Eingänge mit Faktor 100 lediglich 3,3k Ω . Es sind insgesamt nur sechs Eingänge mit dem Faktor 1, hingegen acht mit dem Faktor 100 bewertet.

Integrierer

Die Integrierer haben einen Integrationskondensator von 47nF, dem im langsamen Betrieb 4,7 μ F mit einem Reed-Relais zugeschaltet wird.

Der Eingangswiderstand für den Faktor 1 beträgt 1M Ω . Die Zeitkonstante der Integration beträgt damit ca. 0,2ME/sec im langsamen Betrieb und dem Faktor 1. Bei der langsamsten Zykluszeit von 6sec bedeutet das 1,2ME, also noch nicht einmal einen vollen Durchgang von -1 nach +1. Eine Schwingung kann damit beim Faktor 1 nicht über mehrere Perioden erzeugt werden. Werden die 10- und 100-fach Eingänge verwendet, sind die Zeitkonstanten entsprechend 2ME/sec und 20ME/sec.

Für die Umschaltung zum Setzen der Anfangsbedingungen werden Sperrschicht-FET (BF245) als Schalter verwendet. Dabei wird ein Eingangswiderstand von 8,2k Ω bei einem Rückkopplungswiderstand von 2,2k Ω verwendet, so das für die Anfangsbedingungen der Faktor 0,27 gilt.

Multizierer

Als Multiplizierer werden zwei IC AD580 verwendet.

Anschlüsse

Das Netzteil wird über eine 6-pol. Buchse nach DIN 41524 mit folgender Belegung angeschlossen:

- 1 +15V
 - 2 +10V
 - 3 +5V
 - 4 -10V
 - 5 -15V
 - 6 GND (Masse, Bezugspotential)
- Abschirmung nicht angeschlossen

Die Belegung der ursprünglichen 9-pol. Buchse für Ausgabegeräte war:

- A n.v.
- B GND
- C Y1
- D Y2
- E Y3
- F Y4
- H n.v.
- J n.v.
- K XA

Diese Buchse wurde durch eine 9-pol. D-SUB Buchse mit folgender Belegung ersetzt:

1	Y1
2	Y2
3	Y3
4	Y4
5	XA
6	GND
7	GND
8	GND
9	GND

Ein Standard-Kabel führt Y1 und Y2 auf Kabel mit je einem BNC-Stecker, und Y3, Y4, XA und GND auf 4-mm Einzelstecker.

Die 64-pol. Erweiterungsbuchse ist wie folgt belegt; Masse ist nicht vorhanden (markierte Verbindungen unterbrochen):

	a	c
1	+10	-10
2	K6e	I1i
3	S5s	I2s
4	S1s	Xe
5	I1e	Xa
6	K1a	I5a
7	K1e	K5e
8	I1a	K5a
9	S1a	K10a
10	S5a	K9a
11	K6a	K10e
12	K7e	Y4
13	S6s	Y3
14	S2s	Y2
15	I2i	Y1
16	K2a	I4a
17	K2e	S8a
18	I2a	S4a
19	S2a	M2x
20	S6a	M2y
21	K7a	M1x
22	I3i	M1y
23	I4i	M2a
24	K8e	M1a
25	S7s	K4e
26	S3s	K4a
27	I3s	I5i*
28	K3a	S4s
29	K3e	S8s
30	I5s	K9e
31	I3a	K8a*
32	S3a	S7a

Hierbei ist:

K1e der Eingang von K1
 K1a der Ausgang von K1
 S1s der Summierpunkt von S1
 S1a der Ausgang von S1
 I1s der Summierpunkt von I1
 I1a der Ausgang von S1
 I1i der Initialisierungseingang von S1
 M1x der mit x1 bezeichnete Eingang von M1
 M1y der mit x2 bezeichnete Eingang von M1
 M1a der Ausgang von M1

Das ergibt für die Konstanten:

	E	A
K1	a7	a6
K2	a17	a16
K3	a29	a28
K4	c25	c26
K5	c7	c8
K6	a2	a11
K7	a12	a21
K8	a24	c31
K9	c30	c10
K10	c11	c9

und die Integratoren:

	S	I	A
I1	a5	c2	a8
I2	c8	a15	a18
I3	a27	a22	a31
I4	c28	a23	c16
I5	a30	c27	c6

und die Summierer:

	S	A
S1	a4	a9
S2	a14	a19
S3	a22	a32
S4	c28	c18
S5	a3	a10
S6	a13	a20
S7	a25	c32
S8	c29	c17

und die Multiplizierer:

	X	Y	A
M1	c21	c22	c24
M2	c19	c20	c23

und ferner

Y1	c15
Y2	c14
Y3	c13
Y4	c12
Xa	c5
Xe	c4

Die Referenzspannungen liegen auf folgenden Kontakten:

+10V	a1
-10V	c1

Masse und die Betriebsspannungen sind nicht auf den Kontakten verfügbar.