

EAI — Report

PACE



MITTEILUNGSBLATT DER

EAI

ELECTRONIC ASSOCIATES GMBH
51 AACHEN · BERGDRIESCH 37

MAI - JUNI 1966

NR. 007



The PDS 1020 Computer

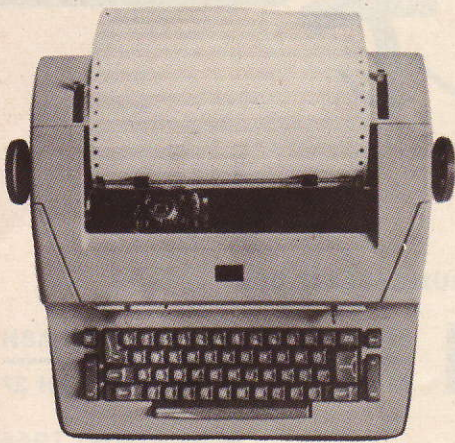


Abb. 1

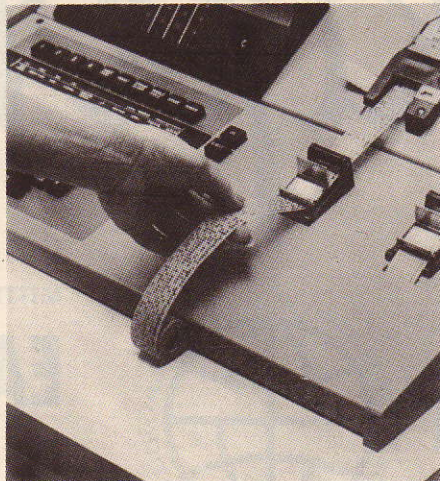


Abb. 2



Abb. 3

An jedem Arbeitsplatz, an dem Ingenieure beschäftigt sind, fallen Probleme an, die mit Hilfe eines Digitalrechners gelöst werden können. Ein solcher Rechner erlaubt dem Benutzer, sich während der Rechenzeit anderen Problemen zu widmen; er arbeitet, wenn die eingegebenen Programme einwandfrei sind, fehlerlos Tag und Nacht; er reduziert Problembearbeitungen von Stunden und Tagen auf Minuten und Sekunden, kurzum, er spart dem Benutzer sehr viel Zeit und damit wertvolles Geld.

Der Ingenieur, der nun daran geht, die Einsatzmöglichkeiten eines Digitalrechners für seine Zwecke zu überprüfen, muss verschiedene Gesichtspunkte ins Auge fassen: stehen Grösse und Zahl der anfallenden Probleme in seiner Abteilung bzw. Institut in vernünftiger Relation zu Grösse und Preis des Rechners; kann er diesen Rechner nach kurzer Einführungszeit selbst bedienen; sind Eingabe und Ausgabe der Programme und Variablen vernünftig realisiert usw.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte hat EAI mit dem Digitalrechner PDS 1020 für kleinere Betriebe und Institute ein Optimum an technischen Möglichkeiten, bezogen auf Grösse und Preis, erreicht.

RECHNER - ORGANISATION

Der PDS 1020 ist ein programmgesteuerter "General Purpose"-Digitalrechner mit einer maximalen Speicherkapazität von 4096 Worten à 16 Bits plus Vorzeichen; der Speicher ist ein magnetostriktiver Laufzeitspeicher und wurde in Einschüben von je 1024 Worten aufgeteilt.

Die Maschine besitzt insgesamt sieben Register: nächster Befehl, Befehl, Wortlänge, Index, Rücksprungadresse, Vorzeichen, Akkumulator. Der Inhalt von jedem Register kann mit Hilfe eines Schalters auf Anzeigelämpchen sichtbar gemacht werden (Abb. 3)

Es gibt eine Reihe von Ein- und Ausgabeeinheiten beim PDS 1020. Lochstreifenleser und Lochstreifenstanzer (Abb. 2) besitzen eine Geschwindigkeit von 50 Zeichen/sec. Eine extrem schnelle Kugelpopf-Schreibmaschine (Abb. 1) schreibt bei Aus- und Eingabe maximal 15 Zeichen/sec. Ein wichtiges Kommunikationsmittel zum Rechner ist das numerische Tastenfeld, welches erlaubt, direkt von Hand entweder Programme bzw. Variable einzugeben oder durch Eingabe von Konstanten und Befehlen den Rechner als normale Rechenmaschine zu benutzen. Eine zusätzliche Möglichkeit bieten die offenen 17 Bit-Parallel-Ein- und Ausgabekanäle.

Die PDS 1020 Befehlsliste weist in der Maschinensprache über 40 Befehle auf, und zwar Instruktionen für dezimale und binäre Arithmetik, Shiften, Komplementbildung, Registersetzen, bedingte und unbedingte Sprünge, sowie für die verschiedensten Ein- und Ausgabemöglichkeiten.

PDS 1020 INTERPRETER

Um dem Benutzer zuerst das Erlernen des Programmierens und danach das Programmieren selbst zu erleichtern, wurde für den PDS 1020 als "Software" der sogenannte PDS 1020 INTERPRETER geschaffen. Dieser wandelt den PDS von einem "General Purpose"-Digitalrechner in einen äusserst leistungsfähigen Rechner für wissenschaftliche und technische Anwendungen, was folgende Aufzählung der INTERPRETER-Eigenschaften deutlich zeigt:

Alle Instruktionen sind in leicht verständlichem Format ausgelegt.

Zahlenein- und -ausgabe in Fest- und Gleitkomma.

8-stellige Gleitkommaarithmetik im Bereich von 10^{-999} bis 10^{+999} .

Zahlreiche, durch Tastendruck abrufbare Spezialfunktionen wie Quadratwurzel, exp, sin, ln, cos, Artan usw. (Abb. 4)

Mehr als 30 Befehle für Arithmetik, Spezialfunktionen, Adressenmodifikationen, logische Entscheidungen usw.

Sofortige Möglichkeit des Ausschreibens und Ausstanzens aller gespeicherter Programme.

Programme und Variable können vom Lochstreifen her eingelesen werden.

Bis zu 15 Programme verschiedener Länge können gleichzeitig weggespeichert werden.

Alle Programme können beliebig ineinander verschachtelt werden.

Automatische Erkennung von arithmetischen oder Prozedur-Fehlern.

Modifizieren und Setzen eines Befehles.

Über 2.400 Programmstufen können weggespeichert werden, usw.

NEUE BEFEHLE IM PDS 1020 INTERPRETER

Kennern des PDS 1020 INTERPRETERS sei hierdurch mitgeteilt, dass seit wenigen Wochen ein neuer INTERPRETER (PR 5461) zur Verfügung steht.

An neuen Befehlen sind erwähnenswert:

4-		Absolutwertbildung
DN +		Wagenrücklauf, Zeilenvorschub N-mal
S +		Stanzen des Akkumulatorinhalts
SNNN -		Testen auf 0
1XXX +	1 +	Setzen von Zähler 1 bzw. Ende von Schleife 1
2XXX +	2 +	Setzen von Zähler 2 bzw. Ende v. Schleife 2
3XXX +	3 +	" " " 3 " " 3
1 -		Eingabe alphanumerischer Zeichen von Schreibmaschine.
EXC +		Eingabetest von Programmen.
EXC -		Löschen aller weggespeicherter Programme.

Wir sind gerne bereit, Interessenten auf Wunsch (wie auch an anderer Stelle dieses Reports erwähnt) kostenlos eine ausführliche Beschreibung des Digitalrechners PDS 1020 zu übersenden. Ebenso sind wir in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten des PDS 1020 zur Lösung von Problemen in den verschiedensten Fachgebieten vorzutragen. Eine Demonstration des PDS 1020 in unserem Aachener Applikationslabor oder an Ort und Stelle bei dem jeweiligen Interessenten ist jederzeit durchzuführen.

Abb. 4



PDS
1020

ENGINEERING INTERPRETER

TYPE INPUT SINE COSINE ARCTAN SQUARE ROOT e^X LOG • EXECUTE N RETAIN N

PR 5461





NEUE EAI - PUBLIKATIONEN

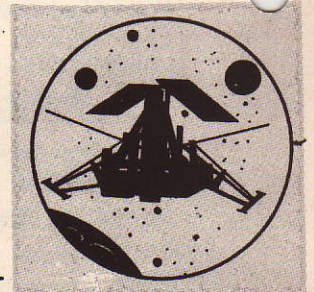
Auf Anfrage übersenden wir Ihnen gerne nachfolgende neue EAI-Broschüren:

1. "Programmers-Handbook für neuen PDS-1020-Digital-Rechner."
2. "Rechenverstärker als aktive Filter für sehr niedrige Frequenzen."
3. "Der Analogrechner in Biologie und Medizin."
4. "Compute your Computing Costs."

EAI-Prozessrechner eingesetzt im amerikanischen Projekt zur weichen Landung auf dem Mond.

Der EAI-Analog-Prozessrechner PC 12 wird als wichtiges Bestandteil eines integrierten Regelsystemes zur Simulation der Steuerung der amerikanischen Weltraumsonde "Surveyor" benutzt, die am 2. Juni 1966 zerstörungsfrei auf dem Mond landete.

Der Rechner löst in Echtzeit die Bewegungsgleichungen des Flugkörpers für alle momentanen Werte der Parameter der Flugbahn und beeinflusst die elektronische Steuerungseinrichtung der Sonde. Das programmierte Gleichungssystem ergibt aus der linearen und Winkelbeschleunigung die Werte für die fünf Freiheitsgrade des Flugkörpers und dessen momentane Entfernung und relative Geschwindigkeit zum Mond. Das Regelsystem wird vervollständigt durch ein Messwerterfassungssystem, das als Ein- und Ausgabewerk für den Prozessrechner und das gyroskopische und Doppler-Radarsystem benutzt wird.

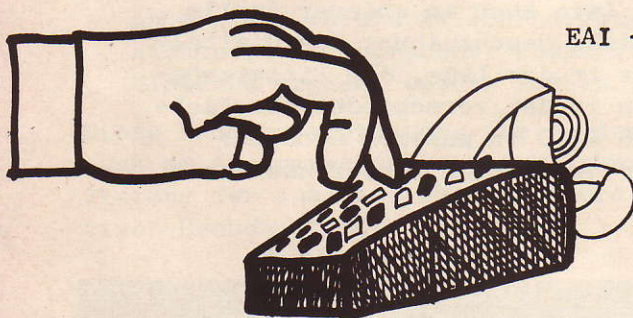


EAI - CLASS - B - Analogrechner mit Zubehör

Z.Zt. sind wir in der Lage, nachfolgende Analogrechenanlagen und Zubehörgeräte als 'Class-B' - Systeme anzubieten:

(Bei Class-B-Geräten handelt es sich um Einheiten, die einige Zeit in einem unserer Rechenzentren in den USA und Europa verwendet wurden und zu ermäßigten Preisen unter normalen Garantie- und Lieferbedingungen abgegeben werden.)

- 3 Stück EAI-Analogrechner, Typ TR-48
- 3 Stück EAI-Analogrechner, Typ TR-20
- 2 Stück X-Y-Schreiber, VARI PLOTTER, Typ 1110
- 2 Stück X-Y-Schreiber, VARI PLOTTER, Typ 1130
- mehrere Digital-Voltmeter, Analog-Digital-Wandler, Multimeter, etc. der Serie 5000.



EAI - WEITERHIN FÜHREND



EAI lieferte als erste Firma auf der Welt volltransistorisierte Analog-Rechensysteme; die Markenbezeichnung PACE (Precision Analog Computing Equipment) wurde zum Begriff für hochwertige Rechen- und Simulations-Systeme.

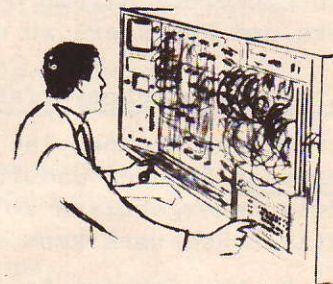
EAI lieferte als erste Firma auf der Welt komplette Hybrid-Systeme (Analog- und Digitalrechner gekoppelt); die Markenbezeichnung HXDAC (Hybrid Digital Analog Computer) wurde besonders in Luft- und Raumfahrt zum Symbol für fortschrittliche Rechentechnik.

EAI lieferte bis jetzt über 1.750 (eintausendsiebenhundertfünfzig) volltransistorisierte Analogrechner der TR-Serie aus:

TR 10	750 Stück
TR 20	500 Stück
TR 48	500 Stück

Davon in der Bundesrepublik Deutschland und West-Berlin:

TR 10	70 Stück
TR 20	40 Stück
TR 48	45 Stück



EAI lieferte bis jetzt mehr als 46.000 10-Volt-Verstärker aus.

EAI liefert in diesen Tagen 5 volltransistorisierte Analog-Rechensysteme Typ TR 48/58, zum Teil gekoppelt mit dem Digital-Ergänzungssystem Typ DES 30, an eines der bedeutendsten Luft- und Raumfahrtunternehmen Deutschlands in München aus.

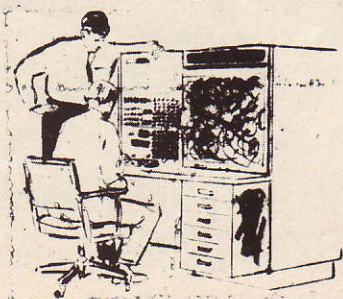
EAI lieferte im Mai 1966 ein vollausgebautes TR-48/58 Analog-Rechensystem an ein grosses Luft- und Raumfahrtunternehmen in Friedrichshafen aus.

EAI lieferte bis jetzt eine Reihe von Analogrechen-Systemen der Typen TR 48, TR 20 und TR 10 an deutsche Ingenieurschulen aus; zuletzt im Mai 1966 ein System Typ TR 48 an die Staatliche Ingenieurschule Darmstadt.

EAI bietet das z.Zt. umfangreichste Programm an Analog- bzw. Analog Hybridrechnern an, begonnen beim Kleinanalogrechner TR 5 über die Tischanalogrechner TR-20 und TR-48 (kombiniert mit dem Digital-Ergänzungssystem DES 30) bis zu den grossen Analog-Hybridrechnern 680 und 8800 bzw. zu den Hybridsystemen 690 und 8900.

EAI hat in 20 Jahren eine reichhaltige Applikationsbibliothek zusammengestellt, die die Erfahrung der EAI-Applikationsingenieure zu den verschiedensten Problemstellungen in den EAI-Rechenzentren von Princeton USA, Los Angeles USA, Washington USA, Burgess Hill, England und Brüssel, Belgien wiedergibt.

EAI ist die einzige Firma, die als Lieferant von Rechensystemen ausserdem Hersteller einer kompletten Reihe von Ausgabegeräten ist: X-Y-Schreiber VARI PLOTTER, Mehrkanal-Schreiber, Analog-Digital-Wandler, Digital-Messwertverarbeitungssysteme usw.



Iteratives Rechenverfahren am Analogrechner mit Hilfe von analogen Punktspeichern (Track - Store - Einheiten)

0. Einleitung
1. Das iterative Rechenverfahren am Analogrechner
2. Das Prinzip der Punktspeicherung
3. Anwendungen

Einleitung

Die automatisch ablaufende Iteration hat die Anwendungsmöglichkeiten des Analogrechners wesentlich erweitert. Durch Einführung der Analogspeicherung, automatischen Ablaufsteuerung und der Möglichkeit der logischen Entscheidungen ist man durch eine geeignete Kombination von konventionellen Analogrechnerkomponenten (wie Verstärker und Integrierer) allein oder in Verbindung mit digitalen Rechenelementen (Flip-Flops, Gatters und Register) zu der Hybridrechentechnik übergegangen.

Das iterative Rechenverfahren am Analogrechner

Das iterative Rechnen ist eine neue Rechenart, die sich grundsätzlich von dem repetierenden Rechnen dadurch unterscheidet, dass nach jedem Rechenzyklus Parameter und Zwischenergebnisse um einen kleinen Betrag geändert werden. Als Merkmale des iterativen Rechnens kann man also folgendes festlegen:

- 1) Der Rechengang ist in einer vorgeschriebenen Folge von Rechenzyklen unterteilt.
- 2) Nach jedem Rechenzyklus werden automatisch einige Werte geändert, wie z.B. Parameter, Anfangsbedingungen oder Eingangsvariable.

Die automatisch ablaufende Iteration verlangt also folgende Rechenfunktionen:

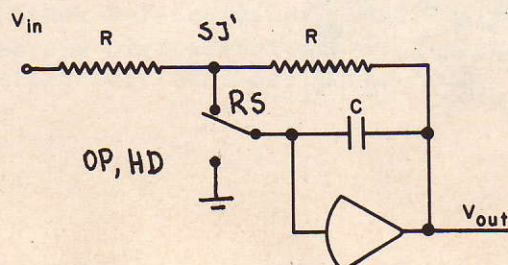
- 1) Die automatische Betriebssteuerung:
Der Rechner muss einen sich wiederholenden Rechenzyklus besitzen, im einfachsten Fall müssen sich die Rechenzustände "Halten" (Reset) und "Rechnen" (Operate) alternierend wiederholen (wie es beim Repetierbetrieb der Fall ist).
- 2) Die Analogspeicherung:
Der Rechner muss die Ergebnisse eines Rechenzyklus bis zum Beginn eines neuen Durchlaufs speichern.
- 3) Die automatische Parameteränderung:
Der Rechner muss vor Beginn eines jeden neuen Rechenzyklus den Wert von Parameter, Variable oder Anfangsbedingung automatisch ändern.
- 4) Möglichkeit der logischen Entscheidungen:
Der Rechner muss nach einem vorgegebenen Kriterium erkennen, welche Parameter zu ändern und welche Zwischenergebnisse zu speichern sind. Als logische Rechenelemente stehen im Analogrechner Komparatoren zur Verfügung, die ggfs. durch andere logische Elemente ergänzt werden können (DES 30).

Diese Rechenoperationen, die in der Digitalrechentechnik üblich sind, lassen sich auch am Analogrechner verwirklichen. Die Analogspeicherung ermöglicht die Diskretisierung der analogen Variablen und ist dadurch der ausschlaggebende Faktor der iterativen Rechenmethode.

Das Prinzip der Punktspeicherung

Die Punktspeicherung ist die einfachste Art der Analogspeicherung und wird mit Hilfe von Abtaste- Haltegliedern vorgenommen (Track-Hold- oder Track - Store - Einheiten). Die Punktspeicherung erfolgt prinzipiell folgendermassen:

Ein beliebiges Signal wird periodisch im Takt des Rechenablaufes während einer kurzen Zeit abgetastet und der jeweilige Wert in einem Halteglied bis zur nächsten Abtastung gespeichert.



Als Speicherelement wird ein Kondensator in der Rückkopplung eines offenen Rechenverstärkers benutzt. Der Kondensator muss während der kurzen Abtastzeit t_a umgeladen werden (daher eine möglichst kleine Aufladezeitkonstante) und während der Haltezeit (Reset time) muss die Spannung am Kondensator sich möglichst nicht ändern, (also ein möglichst kleiner Verlustfaktor). Die Übertragungsfunktion der Schaltung lautet:

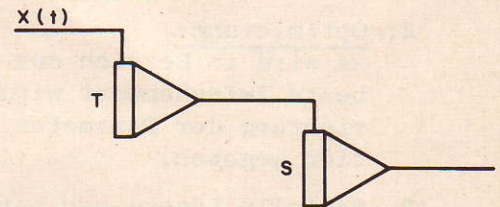
$$U_A / U_E = - 1 / (1 + P \cdot RC)$$

Der Einfluss der Kapazität drückt sich durch eine Verzögerung von U_A gegenüber U_E aus, die aber in erster Annäherung zu vernachlässigen ist, vorausgesetzt dass die Zeitkonstante bzw. die Kapazität klein gewählt wird.

Die Schaltung des Integrierers als Punktspeicher ist die übliche Schaltung für die Anfangsbedingungen. Wenn eine Eingangsvariable als Anfangsbedingung für den Integrierer gegeben wird, "folgt" (tracks) der Integrierausgang mit umgekehrten Vorzeichen der Eingangsspannung, solange er sich im Rechenzustand Anfangsbedingung befindet und "speichert" (stores) das Eingangssignal im Zustand "Halten" (Hold) oder "Rechnen" (Operate), wenn der Integrierer keine andere Eingangsspannung hat.

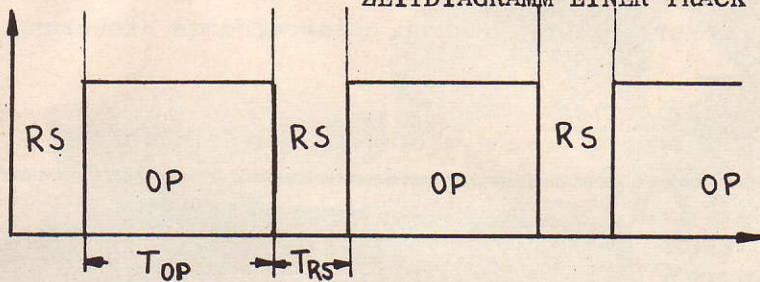
Die Änderung des Arbeitszustandes des Integrierers geschieht automatisch, wenn der Rechner repetierend betrieben wird. Soll jedoch ein anderer Eingangswert im Laufe des Zustandes "Rechnen" gespeichert werden, ersetzt man die Relaiskontakte für die Betriebssteuerung durch Kontakte eines Komparators, der nach einem vorgegebenen Kriterium den Integrierer auf den Betriebszustand "Speichern" umschaltet. Wir bezeichnen alle Integrierer, die im Zustand "Rechnen" dem Eingangssignal "folgen" als T-Verstärker, (Abtastglied, Track-Amplifier) und die die "speichern" als S-Verstärker (Speicher- oder Halteglied bzw. Store-Amplifier). Um die Ergebnisse des vorhergehenden Rechenzyklus zu speichern, schaltet man T- und S-Verstärker in Kaskade.

Der T-Verstärker "folgt" dem Eingangssignal während einer Rechenperiode und nach jeder weiteren Rechenperiode (ausser der ersten) ist der Ausgang des S-Verstärkers gleich dem Endwert der Rechenvariable der vorhergehenden Periode. So lassen sich die Rechenergebnisse zwischen zwei Rechenzyklen speichern. Soll ein Zwischenergebnis im Laufe der Iteration festgehalten werden, muss man den S-Verstärker durch einen Analogspeicher ersetzen, der durch einen Komparator gesteuert wird.

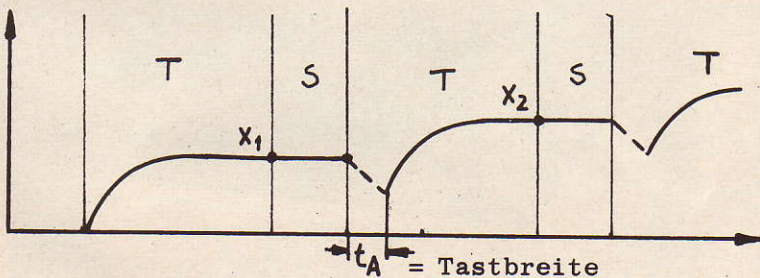


Das Betriebsverhalten einer Track-Store-Einheit ist durch das folgende Zeitdiagramm nochmals erklärt.

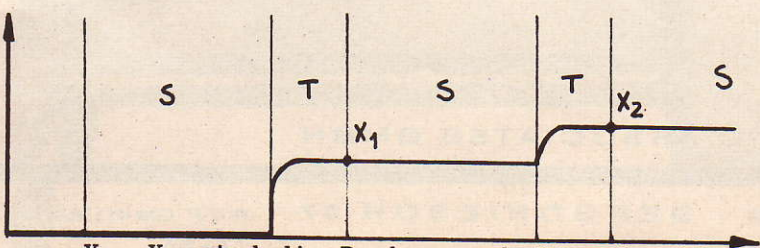
ZEITDIAGRAMM EINER TRACK - STORE - EINHEIT



A =
Taktimpuls zur Betriebssteuerung



B =
Zeitverlauf der Ausgangsspannung des T-Verstärkers (Abtastglied)



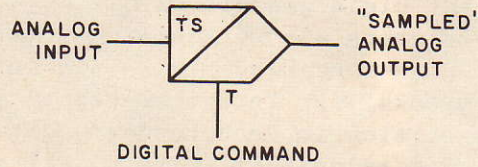
C =
Zeitverlauf der Ausgangsspannung des S-Verstärkers (Speicherglied)

x_1, x_2 sind die Rechenergebnisse jeweils nach der 1. und 2. Iteration.

Wenn die zu speichernde Eingangsvariable sich aus einer Summe ergibt, kann man den Speichervorgang mit der Summe kombinieren, in dem man die Eingangswiderstände des benutzten offenen Verstärkers als Eingangsnetzwerk für den Integrierer benutzt. Diese sind dann an den Punkt SJ' des Integrationsnetzwerkes zuzuschalten. Die Ausgangsspannung ergibt sich dann als:

$$U_{\text{aus}} = \frac{-1}{1 + pRC} \sum_{i=1}^n \frac{R}{R_i} \cdot U_i \approx - \sum_{i=1}^n \frac{R}{R_i} \cdot U_i$$

Das Programmierungssymbol einer "Track-Store"-Einheit (Abtaste-Halte-Glied) ist in folgender Abbildung gegeben:



Anwendungen

Einige typische Anwendungen des iterativen Rechenverfahrens und der Analogspeicherung werden als Beispiel angeführt.

1. Iterative Lösung von Randwertproblemen:

Die Abweichung der gewonnenen Ergebnisse zu dem vorgegebenen Randwert wird nach jeder Iteration gespeichert und aus dem gespeicherten Wert wird die Änderung für die Eingangsvariable der nachfolgenden Iteration abgeleitet. Die Korrektur der Parameter erfolgt dann iterierend proportional zu dem Fehler bis alle Randwertbedingungen erfüllt sind.

2. Optimierung:

Es wird im Bereich der gegebenen Parameter systematisch abgetastet und der jeweils beste Zwischenwert wird aufgespeichert. Beim Gradientenverfahren ist die Fortschrittsrichtung der Parameter durch die partiellen Ableitungen der zu optimierenden Funktion gegeben.

3. Serielle Lösung von partiellen Differentialgleichungen:

Eine der Variablen, normalerweise X, wird diskretisiert und deren Partialableitung durch endliche Differenzquotienten ersetzt. Die resultierenden gewöhnlichen Differentialgleichungen werden dann bei Verwendung einer "time-shared" Lösungsschaltung gelöst.

4. Verwendung schnellablaufender Unterroutine zur Funktionserzeugung und Realisierung von algebraischen Operationen wie Division und Multiplikation. Multispeed.

5. Automatische Parametrierung von Kurvenscharen durch entsprechende Steuerung der Feder des X-Y-Schreibers.

6. Interpolation nach vorgegebenen Kriterien:

Spezialfall der Optimierung. Kurvenspeicherung mit Hilfe der Parallellogik.

REED-RELAY SCANNERS

Series 6800/6900



PACE®

EAI

ELECTRONIC ASSOCIATES GMBH

51 AACHEN · BERGDRIESCH 37 · RUF (0241) 26041 / 42

TELEX:
EAI-D-832676