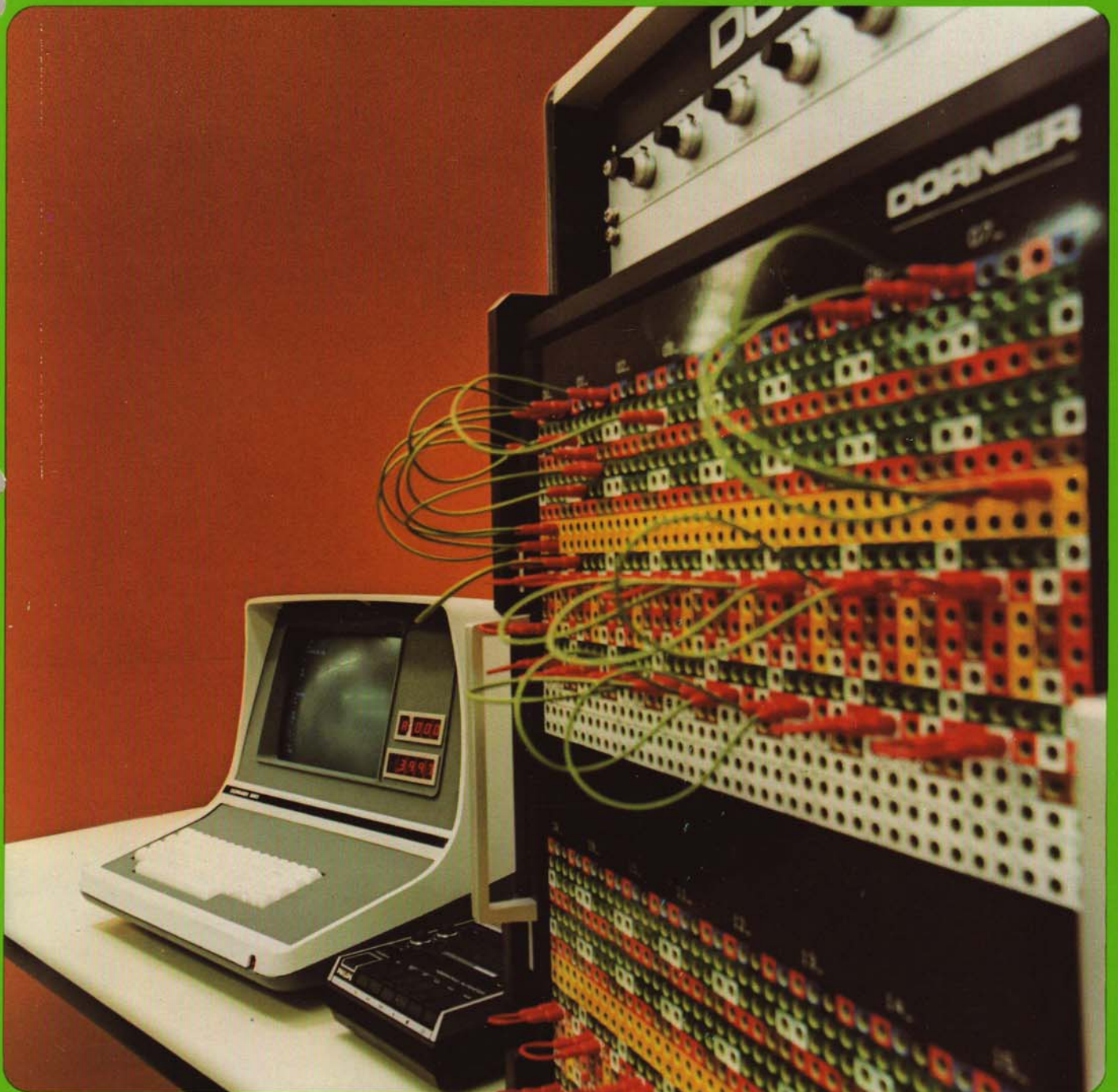


# Simulationssystem Dornier 960



## **Do 960 – Systembeschreibung**

### **Inhalt**

- 1. Einleitung**
- 2. Systemaufbau**
- 3. Do 960-Bus**
- 4. Mikroprozessor + Software**
- 5. Bedienung und Betrieb**
- 6. Do 960-Modul**
- 7. Do 960-Rechenelemente**
  - 7.1 Integrierer
  - 7.2 Summierer
  - 7.3 Multiplizierer
  - 7.4 Digitalpotentiometer
  - 7.5 Digital einstellbarer Funktionsgeber
  - 7.6 Fest eingestellte Funktionsgeber
  - 7.7 Begrenzer
  - 7.8 Komparator und elektronischer Schalter
  - 7.9 Externe Verbindungsleitungen
- 8. Logik-Erweiterung**

## Dornier 960 – Simulationssystem Systembeschreibung

### 1. Einleitung

Der DORNIER 960 vereinigt analoge und digitale Rechen-techniken in einem System. Die Funktionen und Zustände der analogen Komponenten werden dabei von einem zentralen Prozessor gesteuert bzw. überwacht.

Die Bedienung des Systems erfolgt im Normalfall über ein Bedienterminal mit Bildschirm und Tastatur. Darüber hinaus können, je nach Kundenwunsch, weitere Peripheriegeräte angeschlossen sein.

Die vorliegende Systembeschreibung soll eine kurzgefaßte Einführung in die Haupteigenschaften und -merkmale des DORNIER 960 geben.

### 2. Systemaufbau

Bild 1 zeigt eine Übersicht über den Aufbau des Systems. Die analogen Rechenelemente sind in maximal 16 Moduln angeordnet, die ihrerseits über einen Bus (Do 960-Bus) gesteuert und überwacht werden.

Dieser Bus wird von einem CAMAC-System angesteuert, dessen Kernstück ein Mikroprozessor ( $\mu P$ ) ist.

#### Analoge Rechenelemente

Entsprechend den Eingaben am Bedienterminal oder dem anwendergeschriebenen Programm steuert der Mikroprozessor über die Koppelkomponenten den Do 960-Bus und damit die analogen Rechenelemente.

Bild 1: Systemübersicht

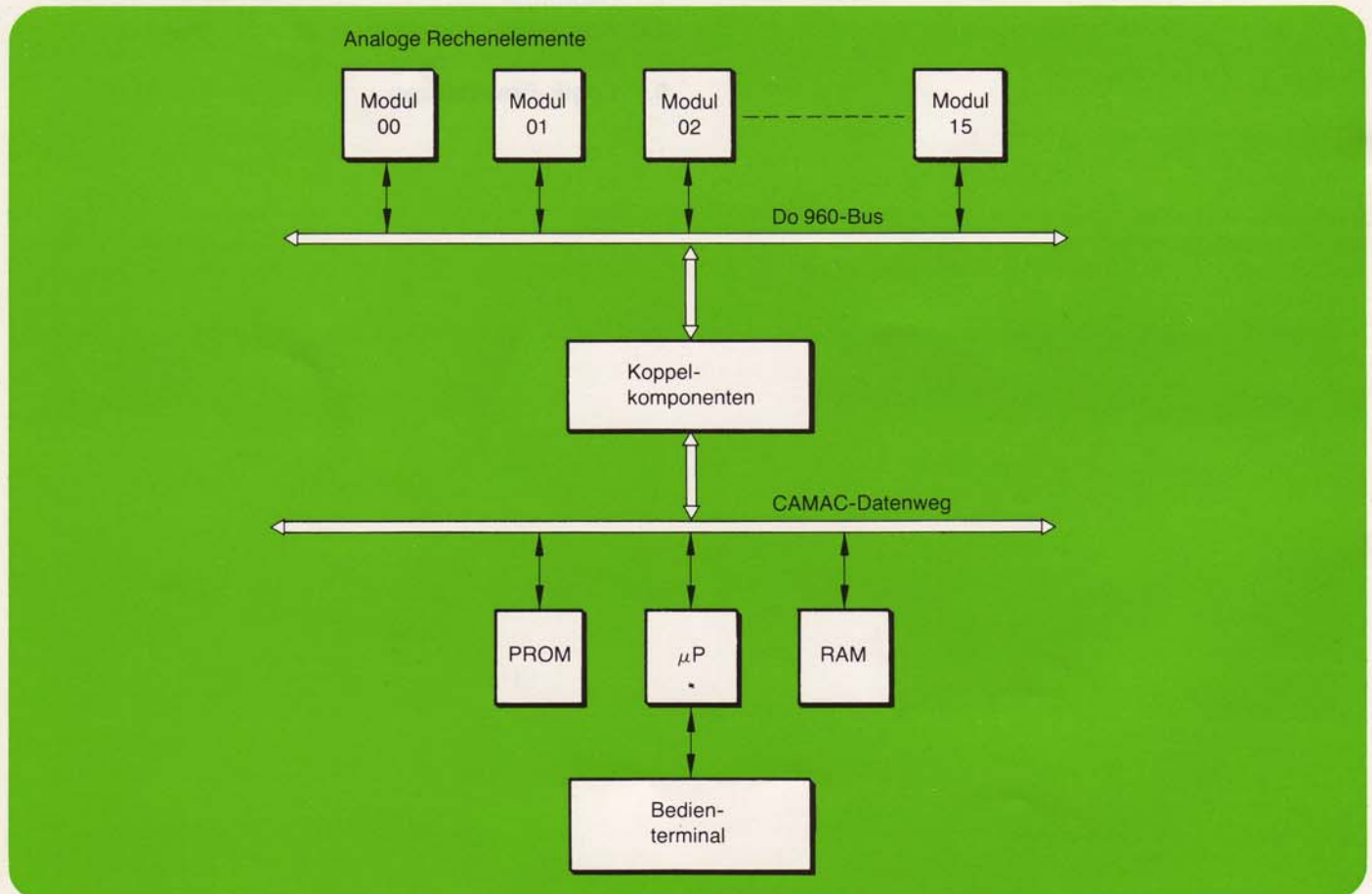


Bild 2: DORNIER 960-Simulationssystem

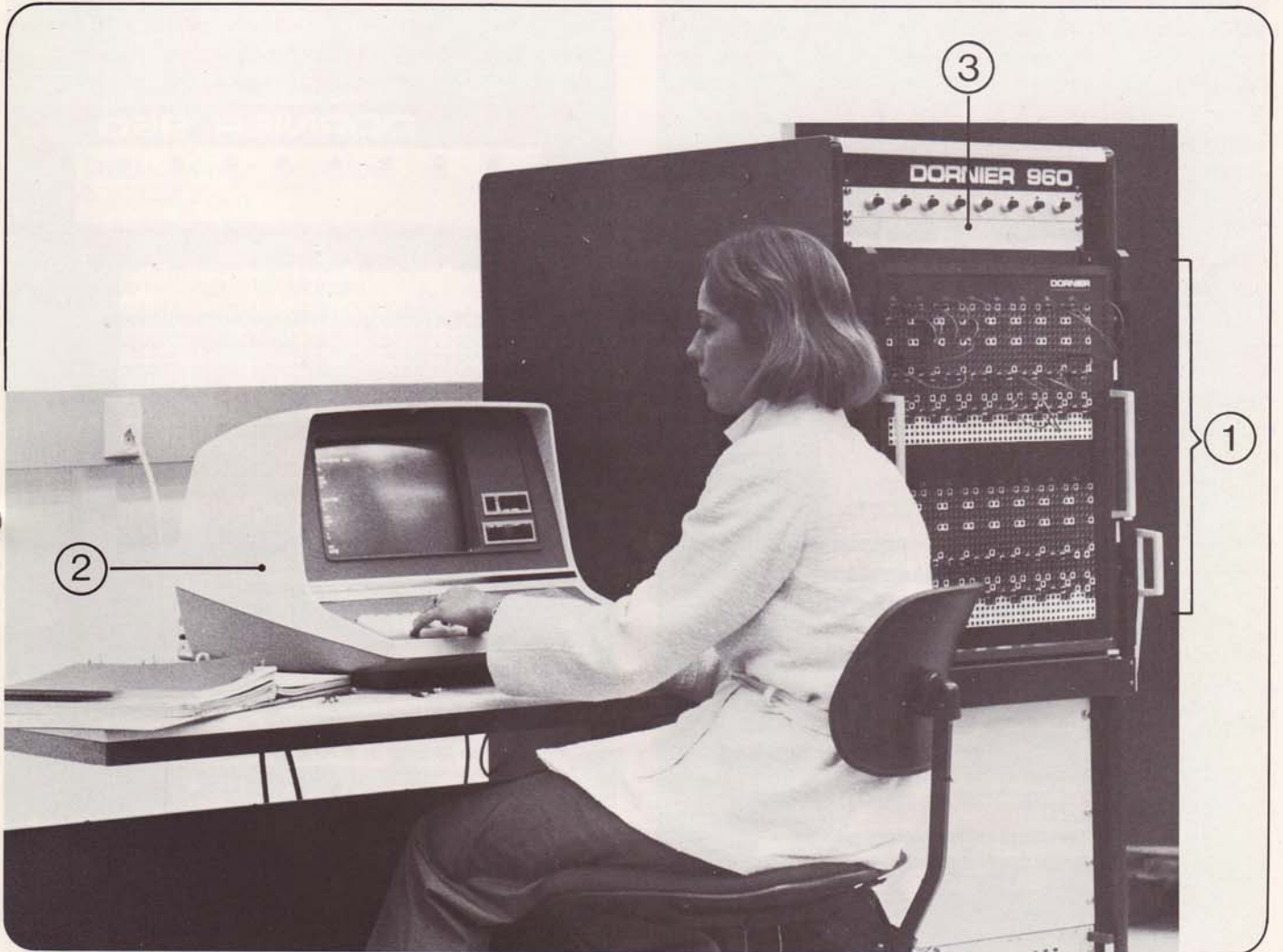
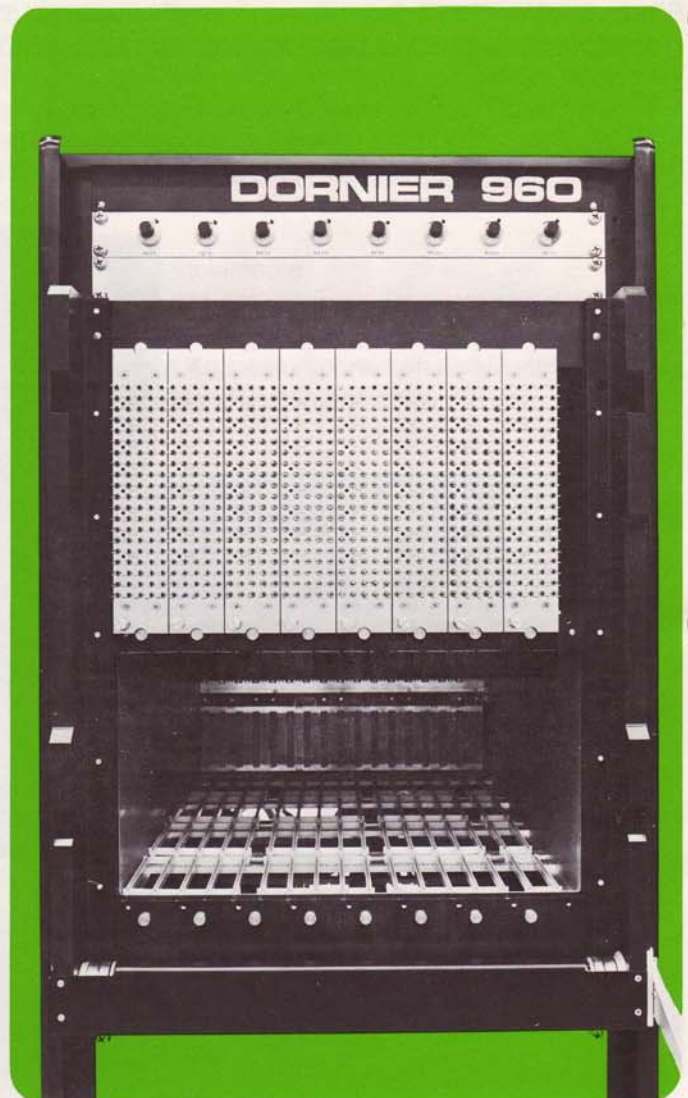
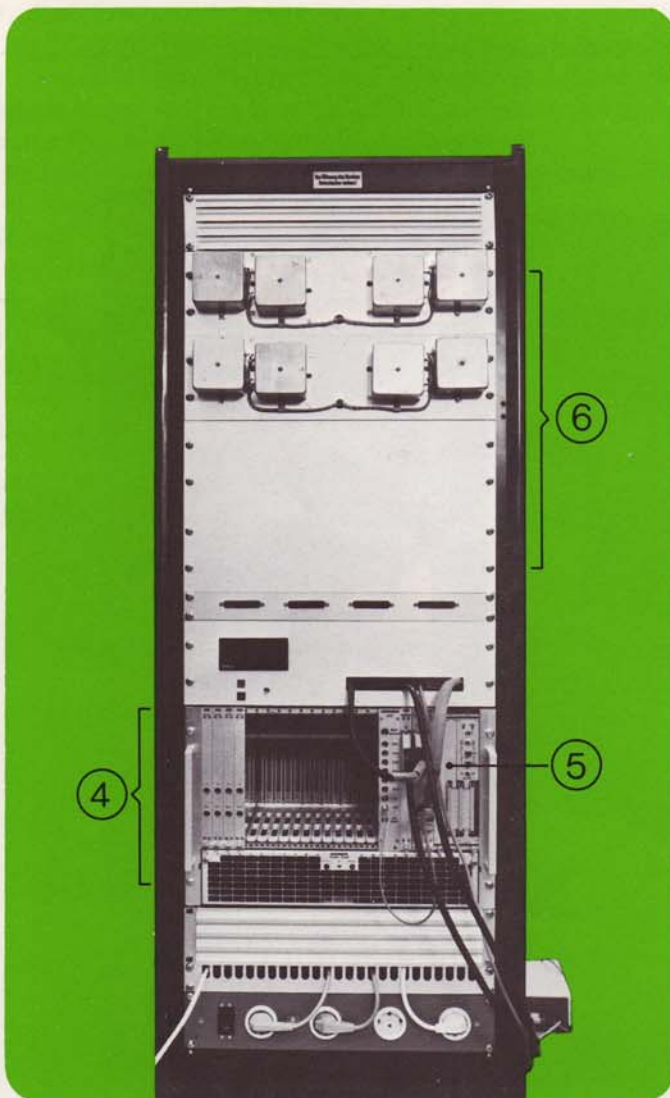


Bild 2 zeigt eine Ansicht des DORNIER 960-Simulationssystems.

Do 960 – Simulationssystem  
Systembeschreibung

Fortsetzung Bild 2

Bild 3: Halb bestückter Do 960 mit Bus-Mutterplatine im unteren Teil



In Bild 2 sind:

- ① Analogteil mit maximal 16 Moduln, angeordnet in zwei Zeilen zu je acht Moduln
- ② Bedienterminal
- ③ maximal zwei Gruppen zu je acht Handpotentiometern
- ④ CAMAC-System
- ⑤ Mikroprozessor
- ⑥ maximal viermal acht Integrationskondensatoren.

**3. Do 960-Bus**

Körperlich besteht der Do 960-Bus aus zwei miteinander verbundenen Mutterplatinen. Die Mutterplatinen tragen die Stecker zum Anschluß der Do 960-Moduln.

Bild 3 zeigt einen halb mit Moduln bestückten Do 960. Im unteren, unbestückten Teil ist eine Bus-Mutterplatine erkennbar.

Der Do 960-Bus führt die folgenden Signale:

- 16 Schreibdatenleitungen  
Diese Leitungen besorgen den Datentransfer vom Prozessor zu den Do 960-Moduln.
- 16 Lesedatenleitungen  
Diese Leitungen besorgen den Datentransfer von den Do 960-Moduln zum Prozessor.
- 4 Funktionsleitungen  
Diese Leitungen führen kodiert die im Modul gewünschte Funktion.
- 16 Adressenleitungen für Moduln  
Diese Leitungen besorgen die Adressierung eines Moduls per Stickleitung.
- 16 Adressenleitungen für Digitalpotentiometergruppen  
Diese Leitungen besorgen die Adressierung einer Digitalpotentiometergruppe per Stickleitung.
- 1 Einschreibestrobe  
Mit Auftreten des Strobes wird im Modul nach Anlegen der Adresse, der Funktion und evtl. Daten die gewünschte Funktion ausgeführt.
- 1 Strobe-Antwort  
Dieses Signal quittiert die ausgeführte Funktion.
- 1 Multiplexer-Reset-Signal  
Dieses Signal setzt einen evtl. gesetzten Adressierungsmultiplexer zurück, falls ein anderer Multiplexer gesetzt wird.
- 1 Alarm-Signal  
Dieses Signal zeigt die Übersteuerung eines oder mehrerer Verstärker an.
- 1 Reset-Signal  
Dieses Signal setzt alle mit dem Bus verbundenen Moduln in einen definierten Ausgangszustand.
- 1 Analoge Sammelleitung  
Diese Leitung führt die Ausgangsspannung des momentan adressierten Rechelements.

Der Do 960-Bus wird von zwei CAMAC-Moduln versorgt: ein Modul „Digitale Ausgänge Do 200-2711“ zur Ansteuerung der 32 Adressenstickleitungen und ein Modul „Universelle Ein/Ausgabe“ zur Versorgung der restlichen Bus-signale.

#### 4. Mikroprozessor und Software

Auf Platz 23 bis 25 des CAMAC-Rahmens befindet sich der Controller zur Ansteuerung aller CAMAC-Moduln dieses Rahmens.

Kern des Controllers ist ein INTEL 8080-Mikroprozessor, der im Normalfall folgenden Speicherausbau aufweist:

18 K RAM

12 K PROM

Im PROM-Speicher befinden sich das Basis-Betriebssystem SAS (Stand Alone System) und der BASIC-Interpreter.

Der Speicherumfang wird durch einen weiteren CAMAC-PROM-Modul mit maximal 64 K Byte PROM erweitert. Dieser PROM-Modul enthält alle weiteren Programmpakete, wie die Bibliothek, das Monitor-Programm zur Bedienung des Do 960-Systems, den 8080-Assembler (der damit auf dem System selbst läuft), den 8080-Editor zum Erstellen eigener Assemblerprogramme und evtl. vom Benutzer selbst in PROMs gebrannte Programme.

Der BASIC-Interpreter umfaßt den normalen BASIC-Befehlsvorrat, ergänzt um logische und CAMAC-Funktionen.

Die Ausführung von Programmen geschieht zum Teil in Overlay-Technik. Ein im PROM-Modul gespeichertes Programm wird aufgerufen, in den Arbeitsspeicher geladen und ausgeführt, ohne daß dem Benutzer dieser Ablauf augenscheinlich wird.

Zum Lieferumfang des Do 960 gehört der MONITOR, ein ebenfalls PROM-residentes Programm zur Bedienung des Systems.

Bild 4: Bedienterminal



Adressen- und  
Digitalvoltmeter-  
anzeige

### 5. Bedienung und Betrieb

Jede Funktion innerhalb des CAMAC-Rahmens und damit (über die Koppelmoduln) auch in den Do 960-Moduln kann in BASIC- oder in Assembler-Programmen ausgeführt werden.

Zur einfacheren Bedienung existiert das MONITOR-Programm, das im Dialogverkehr über das Terminal (Bild 4) das Auslösen von Standardfunktionen erlaubt.

Bild 5: MONITOR-Struktur

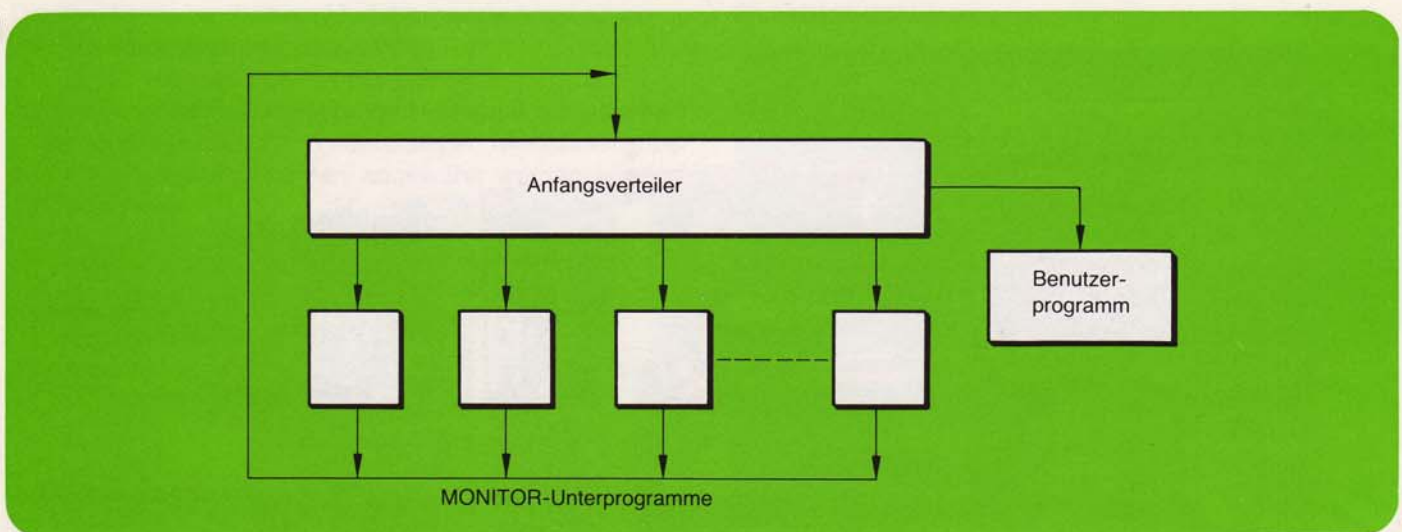


Bild 5 zeigt die Struktur des MONITOR-Programms.

Nach Start des MONITORS erwartet der Anfangsverteiler die Eingabe eines Zeichens über die Bedientastatur. Je nach Eingabe (falls gültig) wird ein Unterprogramm zur Ausführung der gewünschten Funktion angesprungen. Nach Ausführung erfolgt der Rücksprung in den Anfangsverteiler.

An das Monitor-Programm kann auch ein vom Benutzer selbst geschriebenes Programm angehängt werden. Somit werden der Komfort des MONITORS und die speziellen Belange des Benutzers kombiniert.

Gültige Eingaben in den Anfangsverteiler sind:

Eingabe	Wirkung
A	alle Integrierer nehmen die Betriebsart AB an
R	alle Integrierer nehmen die Betriebsart DR an
H	alle Integrierer nehmen die Betriebsart HT an
T	Einstellung einer gemeinsamen Zeitkonstanten für alle Integrierer
CTRL A	Adressierung von Rechenelementen
CTRL B	Betriebsartensteuerung (einzeln)
CTRL D	Gruppenweises Auslesen von Rechenelementen (DUMP)

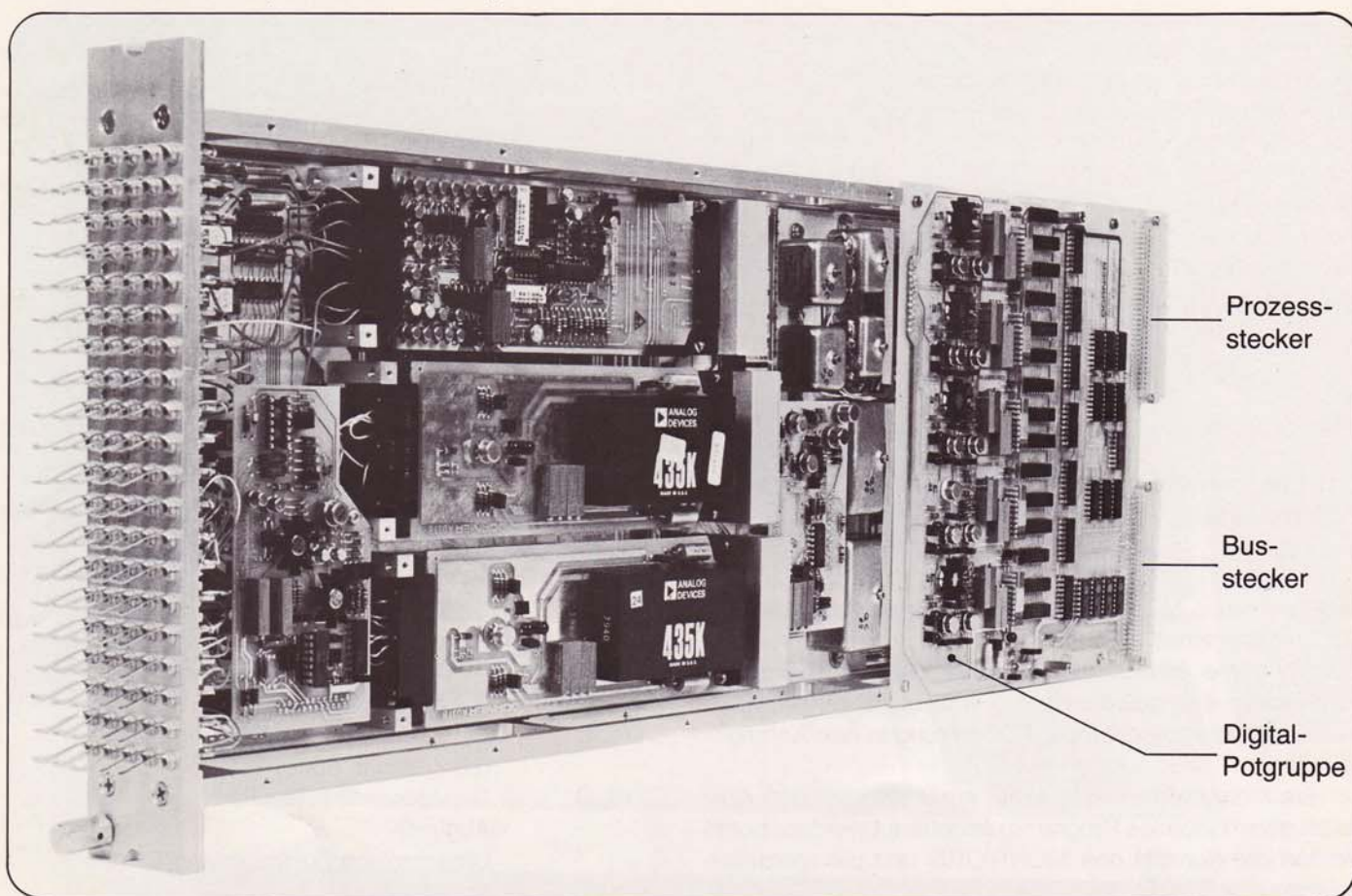
CTRL F	Einstellung von Funktionsgebern
CTRL L	Einstellung von Begrenzern (Limitern)
CTRL P	Einstellung von Potentiometern
CTRL T	Zeitkonstanten-Steuerung (einzeln)
CTRL U	Einsprung in Benutzer-Programm (ab Zeilenr. 5000)
CTRL R	Repetierendes Rechnen
X	Abgleich
C	Umschaltung Bussteuerung/Externsteuerung
I	Alarmmaske setzen
ESC	Aussprung aus dem MONITOR

Die Angabe CTRL X bedeutet, daß zuerst die Taste CTRL gedrückt und niedergehalten und danach die Taste X betätigt wird.

Das mit CTRL A aufgerufene Adressierungsunterprogramm bedient auch die im rechten Teil des Bedienterminals befindliche Adressen- und Digitalvoltmeter-Anzeige. Die eingegebene Adresse wird dort (falls gültig) angezeigt wie auch die Ausgangsspannung des adressierten Rechenelements. Die Anzeige bleibt erhalten bis ein anderes Rechenelement adressiert wird.



Bild 6: Do 960-Modul (ohne Abdeckblech)



### 6. Do 960-Modul

Der Do 960-Modul (Bild 6) dient der Aufnahme der Rechen-elemente. Gleichzeitig stellt er das Bindeglied zwischen diesen Rechenelementen und dem Do 960-Bus dar.

Der Modul trägt an der Rückseite zwei Stecker. Der untere dient dem Anschluß des Do 960-Bus. Über den oberen, in Bild 6 als Prozeßstecker bezeichnet, erfolgt der Anschluß von Komponenten, die sich nicht im Modul befinden, wie Handpotentiometer, digital einstellbare Funktionsgeber, Integrationskondensatoren usw..

Im hinteren Teil kann der Modul eine Platine mit 5 Digitalpotentiometern aufnehmen, die wiederum zwei eigene Stecker an der Rückseite trägt.

Ein Modul kann maximal mit folgenden Komponenten bestückt werden:

- 2 Integrierer (auch als offene Verstärker verwendbar)
- 2 Summierer
- 2 Multiplizierer/Dividierer oder 2 feste Funktionsgeber
- 1 Komparator
- 1 elektronischer Schalter
- 1 digital einstellbarer Begrenzer
- 5 Digitalpotentiometer
- 2 frei programmierbare Widerstandsnetzwerke (1, 1, 10, 10, SP)

Darüber hinaus enthält ein Modul folgende Anschlüsse:

- 1 Handpotentiometer (ungeerdet)
- 1 digital einstellbarer Funktionsgeber
- 6 externe Verbindungsleitungen (davon 3 adressierbar)

Jeder Modul enthält einen 16-kanaligen Multiplexer, über den folgende Komponenten angewählt werden können:

- 2 Integrierer
- 2 Summierer
- 6 Potentiometer
- 2 Multiplizierer
- 1 Funktionsgeber
- 3 externe Verbindungsleitungen

16

## 7. Do 960-Rechenelemente

### 7.1 Integrierer

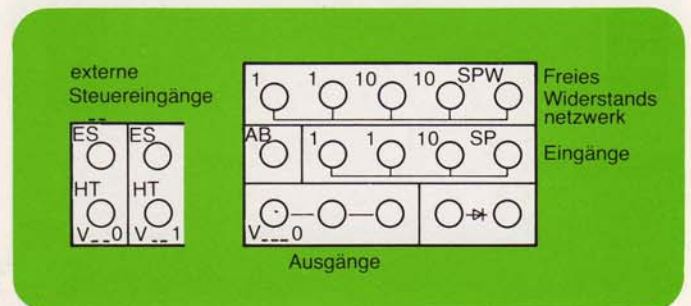
Der Integrierer ist nur als Integrierer oder als offener Verstärker verwendbar. In der letzten Betriebsart existiert allerdings die Möglichkeit, über eine externe Rückführung am Steckbrett den Integrierer als Summierer zu betreiben. Der Integrierer besitzt drei Eingänge (1, 1, 10) und einen am Steckbrett verfügbaren Summenpunkt, über den mittels der frei programmierbaren Widerstandsnetzwerke (1, 1, 10, 10) die Zahl der Eingänge erhöht werden kann.

Die Steuerung aller drei Hauptbetriebsarten erfolgt elektronisch, im Normalfall über den Do 960-Bus. Bei Bedarf kann die Steuerung per Befehl vom Bus abgetrennt werden und über externe Eingänge am Steckbrett erfolgen. Die Steuerung sowohl vom Bus als auch über die externen Eingänge erfolgt getrennt für jeden Integrierer.

Ein Integrierer ist mit vier Integrationskondensatoren ausgerüstet. Zusammen mit den zwei verschiedenen Eingangswiderständen ergeben sich hieraus fünf verschiedene Zeitkonstanten.

Die Auswahl der Integrationskondensatoren erfolgt nur über den Bus getrennt für jeden Integrierer.

Steckfeldanschlüsse:



Weitere Spezifikationen:

Integrationskondensatoren

10  $\mu\text{F}$ , 1  $\mu\text{F}$   
0,1  $\mu\text{F}$ , 0,01  $\mu\text{F}$   
justierbar

Werkabgleich

0,03% für 10  $\mu\text{F}$   
und 1  $\mu\text{F}$ ; 0,05%  
für 0,1  $\mu\text{F}$  und  
0,01  $\mu\text{F}$

Drift in HT (10  $\mu\text{F}$ )

< 30  $\mu\text{V}/\text{sec}$

Drift in DR (1er-Eingang geerdet, 10  $\mu\text{F}$ )

< 50  $\mu\text{V}/\text{sec}$

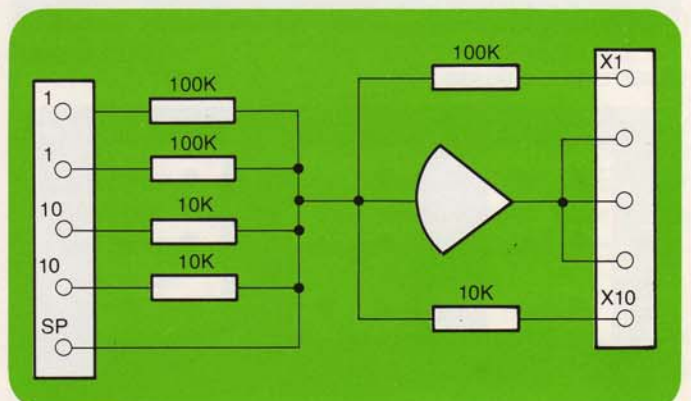
Schaltzeit der Betriebsartenschalter

$\sim 1\mu\text{s}$

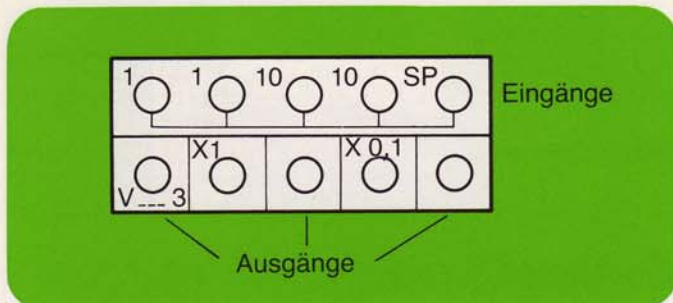
### 7.2 Summierer

Die Summierer können ohne oder mit zwei verschiedenen Rückführungen betrieben werden. Die diesbezügliche Auswahl erfolgt über Kurzschlußstecker am Steckbrett.

Schaltung:



Steckfeldanschlüsse:



Weitere Spezifikationen:

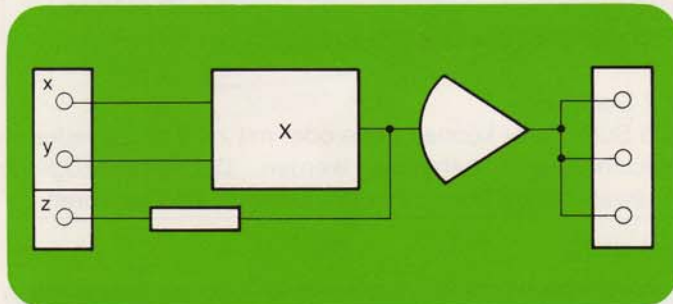
Gleichlauf der Widerstände 0,01 % typ  
 Großsignalbandbreite (10 K/10 K) > 200 kHz

**7.3 Multiplizierer/Dividierer**

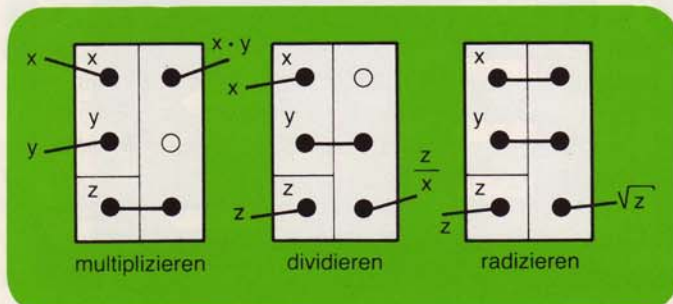
Jeder Multiplizierer enthält alle zum Betrieb erforderlichen Verstärker. Zwei Typen sind verfügbar:

Standard-Multiplizierer (0,5 % FS Fehler) und hochgenauer Multiplizierer (0,05 % FS Fehler).

Schaltung:



Steckfeldanschlüsse:

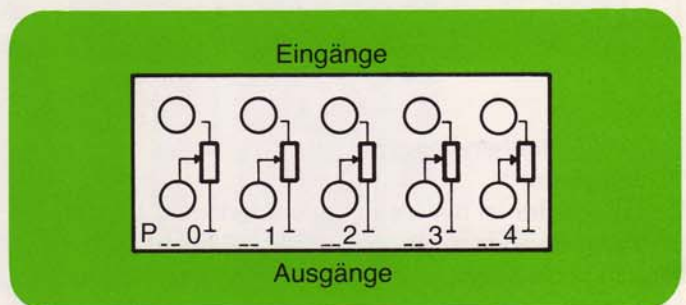


**7.4 Digitalpotentiometer**

Die Digitalpotentiometer sind Digital/Analogwandler mit frei verfügbarem Referenzspannungseingang und einer Auflösung von 14 Bit. Ihr Einstellbereich beträgt - 1.0000 bis + 1.0000 - 1 LSB. Die Einstellung erfolgt über den Do 960-Bus.

Jeweils fünf Potentiometer sind zu einer Baugruppe (Platine) zusammengefaßt, die im Modul montiert ist.

Steckfeldanschlüsse:



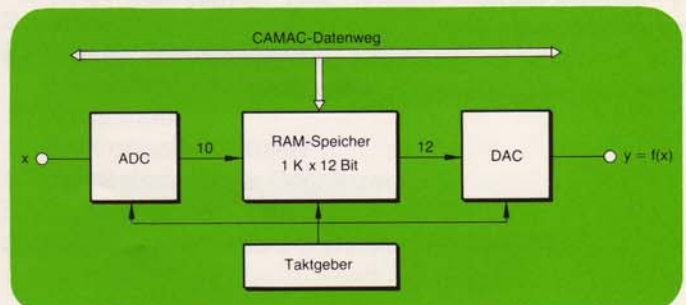
Weitere Spezifikationen:

Einstellfehler 0,02 % typ  
 Großsignalbandbreite > 100 kHz  
 Einstellzeit 1 µs

**7.5 Digital einstellbarer Funktionsgeber (DCFG)**

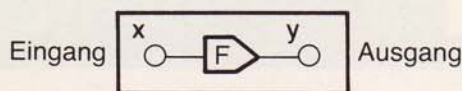
Der DCFG ist eine CAMAC-Komponente und findet demgemäß im CAMAC-Rahmen Platz. Er erlaubt die Nachbildung beliebiger Funktionen einer Variablen, auch nicht-stetiger Funktionen mit unendlicher Steigung.

Schaltung:



Die nachzubildende Funktion wird über den CAMAC-Datenweg in den RAM-Speicher des DCFG geladen. Die Eingangsspannung X, über den ADC digitalisiert, ist die RAM-Adressinformation. Der Inhalt der adressierten RAM-Zelle wird über den DAC am Ausgang wieder in einen Analogwert gewandelt. Das Laden des RAM-Speichers übernimmt das Monitor-Programm durch lineare Interpolation zwischen eingegebenen Stützstellen oder ein Anwenderprogramm.

Steckfeldanschlüsse:



Weitere Spezifikationen:

Anzahl der Stützstellen	1023
Auflösung in X-Richtung	10 Bit ( $\triangleq$ ca. 20 mV)
Auflösung in Y-Richtung	12 Bit ( $\triangleq$ ca. 5 mV)
max. Steigung	$\infty$

### 7.6 Fest eingestellte Funktionsgeber (FDFG)

Die fest eingestellten Funktionsgeber können anstelle der Multiplizierer eingesetzt werden. Folgende Typen sind verfügbar:

$X^2$ für positive Eingangsspannung	} belegt jeweils einen Multipliziererplatz
$X^2$ für negative Eingangsspannung	
$\log X$ für positive Eingangsspannung	
$\log X$ für negative Eingangsspannung	

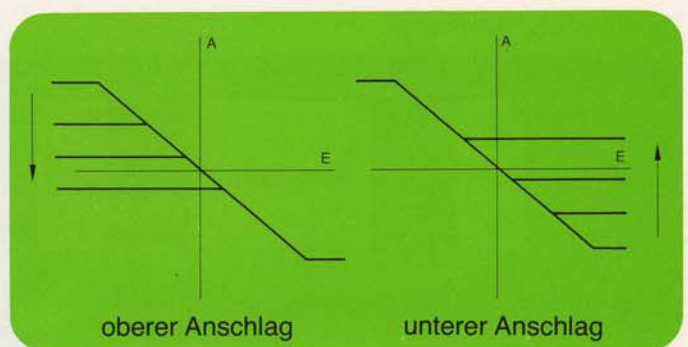
Dual-sin/cos-Funktionsgeber  $(-\pi$  bis  $+\pi)$  (belegt zwei Multipliziererplätze)

Bei Belegung der Multipliziererplätze mit einem Dual-sin/cos-Funktionsgeber wird die Steckbrettbeschriftung durch eine Aufklebefolie modifiziert.

### 7.7 Begrenzer

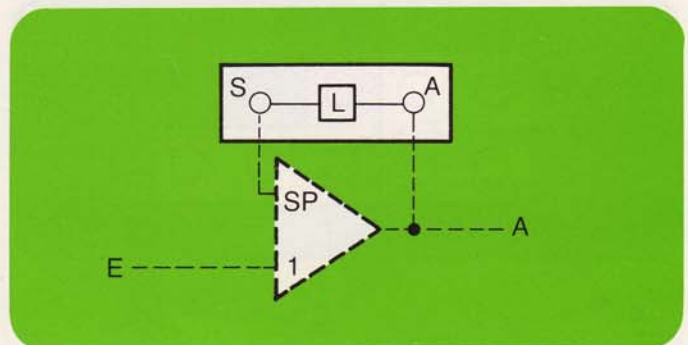
Die Begrenzer dienen der Begrenzung der Ausgangsspannung eines Verstärkers, indem sie in dessen Rückführkreis geschaltet werden.

Sowohl der obere als auch der untere Anschlag sind im vollen Bereich von  $-1$  bis  $+1$  ( $-1$  LSB) über den Do 960-Bus einstellbar:



Der obere Anschlag muß lediglich auf einen höheren („positiveren“) Wert eingestellt werden als der untere.

Steckfeldanschlüsse:



Weitere Spezifikationen:

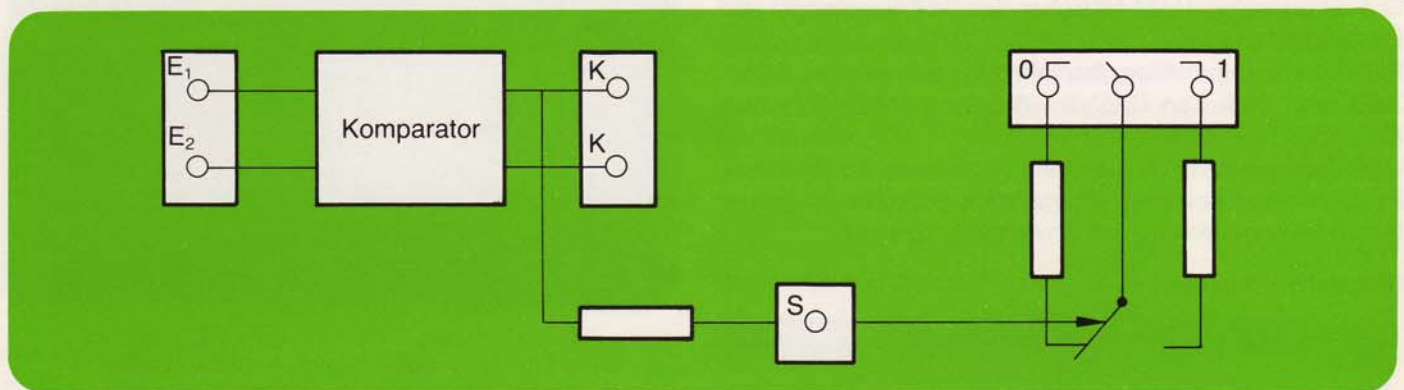
Auflösung der Anschläge	12 Bit ( $\triangleq$ ca. 5 mV)
Reststeigung	$< 5$ mV/V typ.

### 7.8 Komparator und elektronischer Schalter

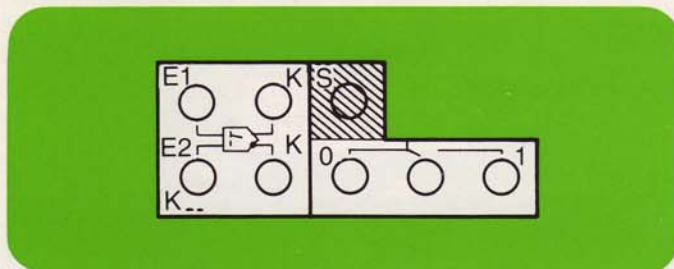
Jeder Komparator ist mit einem elektronischen Schalter gekoppelt. Ohne weitere Steckfeldverbindungen folgt der Schalter den Zuständen des Komparators. Über einen eigenen Steuereingang kann der Schalter auch für sich betrieben werden.

Der Schalter besitzt einen Stromausgang und muß somit mit dem Summenpunkt eines Verstärkers verbunden werden.

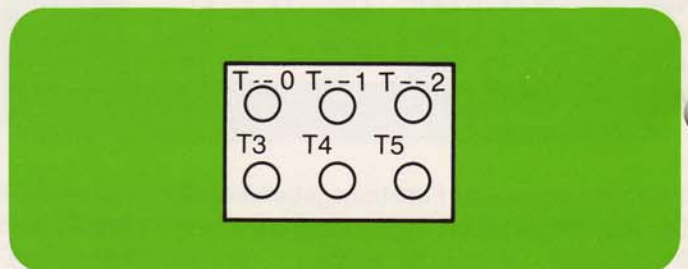
Vereinfachte Anordnung:



Steckfeldanschlüsse:



Steckfeldanschlüsse:



Weitere Spezifikationen:

Empfindlichkeit des Komparators	< 3mV
Hysterese	einstellbar
Schaltzeit (Komparator + Schalter)	< 2µs

### 7.9 Externe Verbindungsleitungen

Am Fuß eines jeden Modulsegments befinden sich sechs externe Verbindungsleitungen, die abgeschirmt an der Rückseite des Rechners wieder zur Verfügung stehen. Diese Leitungen werden normalerweise zum Anschluß externer Geräte verwendet.

Drei der Leitungen (T0 bis T2) sind adressierbar.

### 8. Logik-Erweiterung

Neben den rein analogen Komponenten finden auch logische Komponenten im Do 960 Platz. Diese Logikelemente befinden sich in einem speziellen Logik-Modul, der anstelle eines analogen Moduls eingesetzt werden kann.

Für jeden Logik-Modul verringert sich somit die Zahl der maximal möglichen Analogmoduln um Eins.

Ein Logik-Modul enthält die folgenden Komponenten:

- 1 Taktgeber
- 10 AND/NAND-Gatter
- 6 Flipflops
- 2 4-Bit-Zähler
- 2 Monoflops

Die Ausgänge der Logikelemente können zur Herstellung eines „WIRED AND“ direkt miteinander verbunden werden. Zähler und Monoflops werden vom Do 960-Bus vorgesetzt, wie auch im Start/Stop des Taktgebers vom Bus erfolgt.



**DORNIER**

Dornier System GmbH  
Postfach 1360  
7990 Friedrichshafen 1  
Tel. 07545/81 - Telex 073210-0

VC80081000