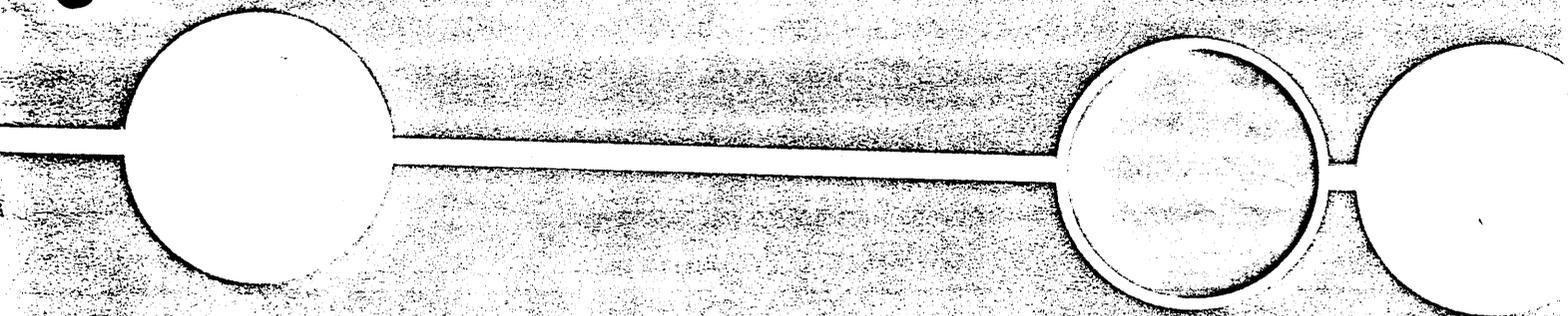
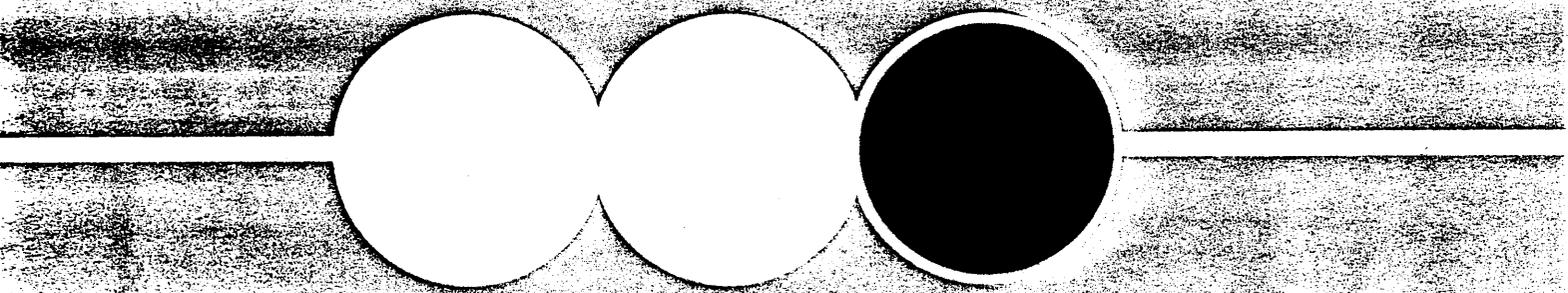
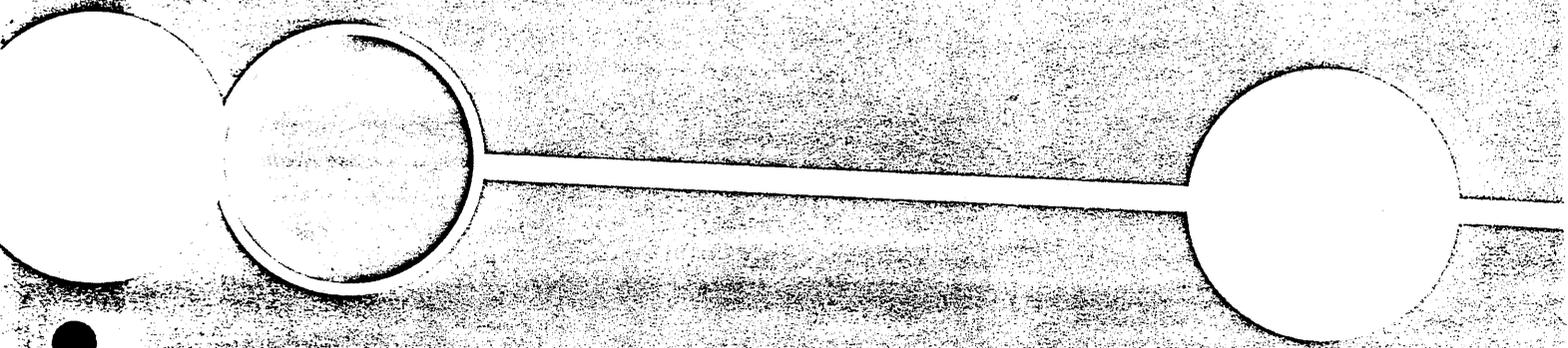




**TELEFUNKEN**



**Digital-Rechanlage TR 4**

## Inhaltsübersicht

Die TELEFUNKEN-Digital-Rechenanlage TR 4 . . . . .	1
Die Wortlänge . . . . .	3
Das Rechenwerk . . . . .	5
Das Speicherwerk . . . . .	7
Das Befehlswerk . . . . .	8
Das Ein- und Ausgabewerk . . . . .	9
Die Ein- und Ausgabegeräte . . . . .	10
Daten . . . . .	12

Herausgegeben von

**TELEFUNKEN**

G · M · B · H

GESCHAFTSBEREICH ANLAGEN WEITVERKEHR  
UND KABELTECHNIK

Werbung

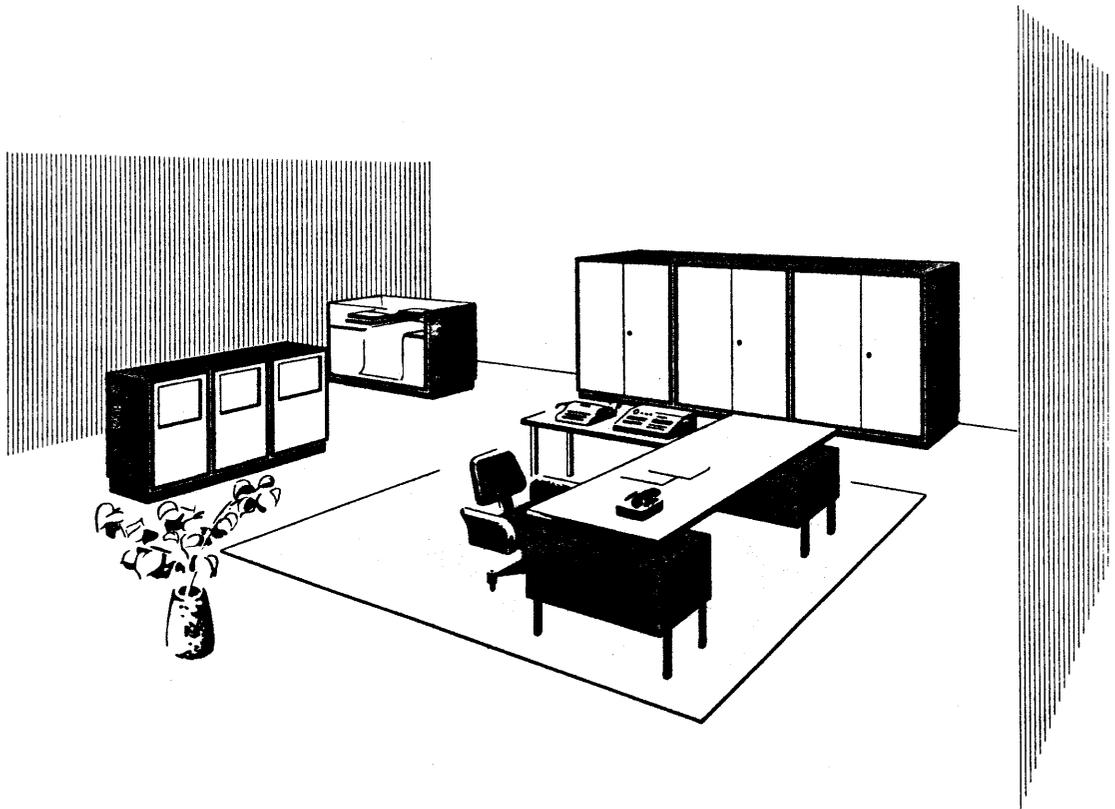
**(14a) BACKNANG/Württ.**

Gerberstraße 34

Telefon 8911 · Telex 0724415

## DIE TELEFUNKEN-DIGITAL-RECHENANLAGE TR 4

ist ein neuer Allzweck-Rechner besonders hoher Geschwindigkeit, großer Zuverlässigkeit und guter Anpassungsfähigkeit. Er wurde konstruiert für die Lösung umfangreicher und vielgestaltiger Aufgaben, die von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft in zunehmendem Maße gestellt werden.



Die TR 4 ist mit modernen elektronischen Bauelementen aufgebaut. Die kurze Zugriffszeit der großen Arbeitsspeicher, die schnellen Magnetbänder und Möglichkeiten weitgehender Simultanarbeit mehrerer Teile der Anlage sind der hohen Operationsgeschwindigkeit angemessen. Das inhaltsreiche Befehlssystem kann durch nachträglich wählbare Zusätze für spezielle Aufgabenbereiche wirksam ergänzt werden.

Der Rechner besteht aus 4 Hauptteilen (Abb. 1):

- ① Rechenwerk
- ② Speicherwerk
- ③ Befehlswerk
- ④ Ein- und Ausgabewerk

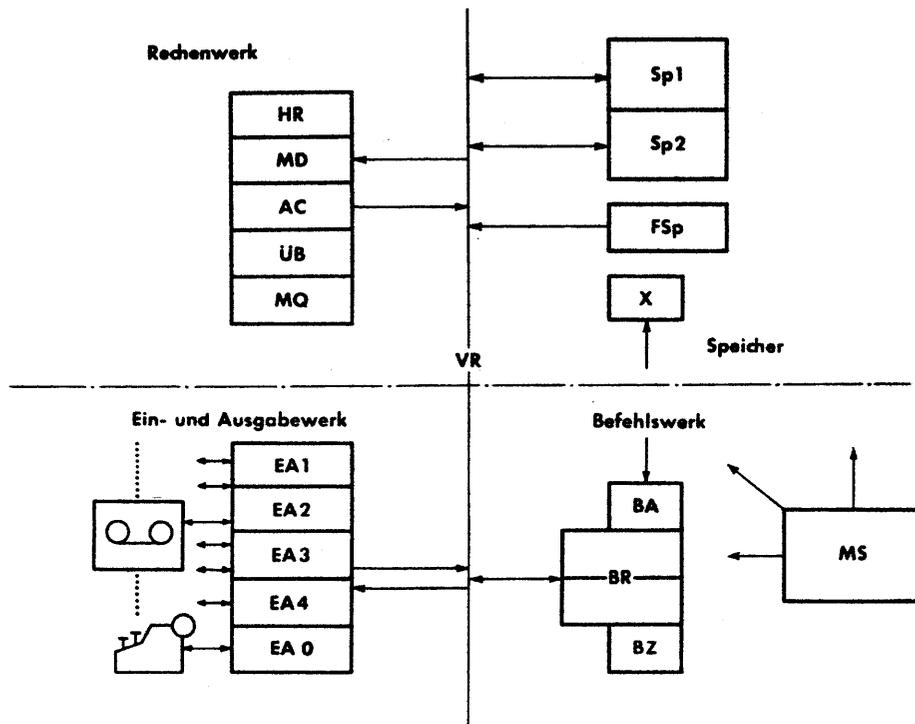


Abb. 1 Übersichtsschaltplan der Register

Diese 4 Werke können unabhängig voneinander arbeiten und erlauben echte Simultanarbeit. Das **Verteilregister VR** verbindet die aufgeführten Teile des Rechners miteinander.

Nach Erläuterung der Wortstruktur werden die 4 Hauptteile näher beschrieben.

# DIE WORTLÄNGE

im Rechen- und Befehlswerk beträgt 48 bit (Abb. 2).

## Zahlwörter

enthalten 47 numerische Binärstellen und 1 bit als Marke. Die Marke dient der Unterteilung der gespeicherten Zahlen in programmtechnische Gruppen, z. B. der Unterteilung einer Matrix in Zeilen oder Spalten.

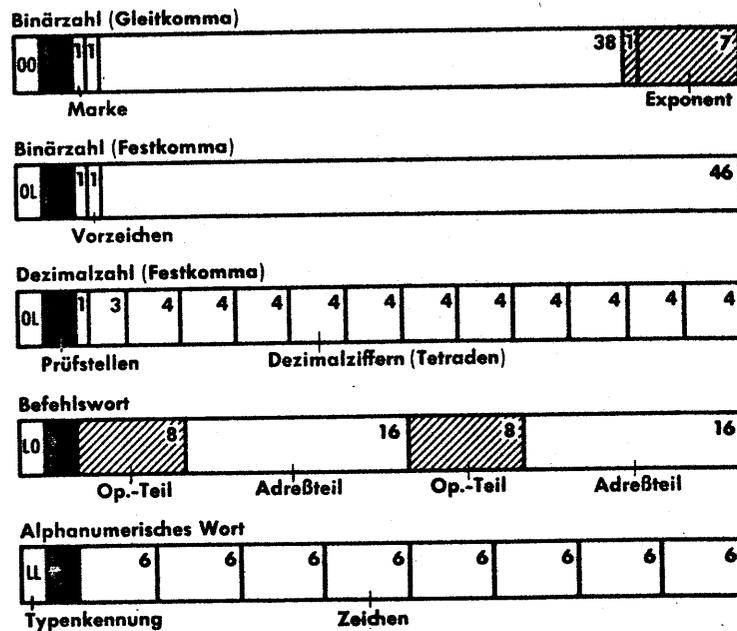


Abb. 2 Wortstruktur

Sie dient Befehlen, deren Adreßteil nicht nur eine einzelne Speicherzelle, sondern eine Gruppe von Speicherzellen aufruft. Die letzte Zelle einer Gruppe ist dann mit einer Marke versehen.

Zum Beispiel bilden die Koeffizienten eines Polynoms eine Gruppe. Der Befehl „Polynomberechnung“ veranlaßt die Bildung des Polynomwertes im Rechenwerk. Ein anderes Beispiel ist das Skalarprodukt, mit dessen Hilfe die Zeile einer Matrix mit der Spalte einer anderen Matrix multipliziert wird.

### **Zahlwörter mit festem Komma**

stellen 46stellige positive oder negative Binärzahlen dar, 46 Binärstellen entsprechen der Genauigkeit einer 13ziffrigen Dezimalzahl, oder sie stellen 11ziffrige positive oder negative Dezimalzahlen dar, deren Ziffern direkt binär verschlüsselt sind.

### **Zahlwörter mit gleitendem Komma**

enthalten neben einer 38stelligen Binärzahl („Mantisse“) mit Vorzeichen einen 8stelligen binären Exponenten. Der Exponent gibt die Kommastellung an, die automatisch während der Rechnung verschoben wird, derart, daß führende Nullen in der Zahl vermieden und dadurch möglichst viele wesentliche Ziffern durch die Rechnung mitgezogen werden. Der damit automatisch ohne Überlauf erfaßte Zahlenbereich erstreckt sich von  $2^{-508}$  bis  $2^{+508}$ , d. h. von  $10^{-152}$  bis  $10^{+152}$ , und zwar mit binär 38stelliger, entsprechend dezimal 11stelliger Genauigkeit.

### **Befehlswörter**

enthalten 2 Befehle zu je 24 bit. Ein Befehl setzt sich aus einem Operationsteil von 8 bit und einem Adreßteil von 16 bit zusammen.

Da beide im allgemeinen voll verschlüsselt sind, handelt es sich um Einadreßbefehle im strengen Sinne des Wortes. Die Modifizierung der Adresse durch einen Index geschieht mit Hilfe eines vorhergehenden Modifizierbefehls.

### **Alphawörter**

bestehen im allgemeinen aus 8 alphanumerischen Zeichen zu je 6 bit. In dieser Form erfolgt z. B. die erste Eingabe von Programmen, die in alphabetischer und dezimaler Schreibweise ohne Bindung an feste Wortlängen vorliegen und von der Maschine in die binäre Form übersetzt werden.

Naturgemäß kann bei der Informationsverarbeitung auch jede andere Unterteilung der 48 Binärstellen in Gruppen selbständiger Bedeutung programmtechnisch vorgenommen werden.

### **Die Wortlänge**

im Speicher beträgt 52 bit. Zu den 48 bereits aufgeführten Binärstellen kommen hinzu:

- 2 binäre Prüfstellen, die der automatischen Rechen- und Transportüberwachung dienen und vom Programm her nicht beeinflussbar sind (Dreierprobe),
- 2 Binärstellen zur Typenkennung, die unter anderem zu Konvertierungszwecken 4 verschiedene Worttypen (siehe oben) unterscheiden.

## DAS RECHENWERK

kann die üblichen arithmetischen und logischen Operationen für festes und gleitendes Komma ausführen, akkumulierend multiplizieren, die Quadratwurzel ziehen und Teile aus verschiedenen Wörtern zu neuen Wörtern zusammensetzen. Es kann auch zum Beispiel direkt in den Speicher hinein addieren.

Das Rechenwerk setzt sich aus 5 Registern zusammen, die praktisch direkte Verbindung zum Speicher haben:

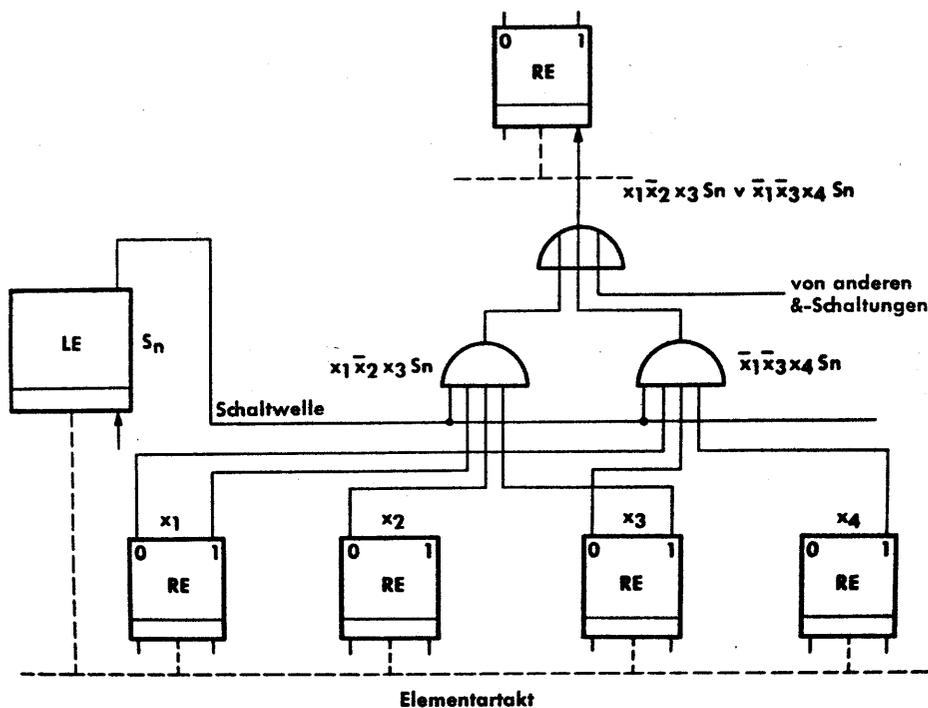


Abb. 3 Schaltkreistechnik

Das Multiplikandenregister (MD) hält jeweils einen Operanden einer Rechenoperation bereit.

Der Akkumulator (AC) ist das eigentlich rechenfähige Register.

Das Multiplikatorregister (MQ) ist das zählende Register bei Multiplikation und Division und dient gegebenenfalls als untere Verlängerung des Akkumulators.

Das Übertragsregister (UB) hat maschineninterne Bedeutung. Es hält bei der Addition jeweils den Übertrag fest und ermöglicht dadurch eine sehr schnelle Multiplikation. Die logische Und-Verknüpfung wird im Übertragsregister gebildet.

Das Hilfsregister (HR) dient als Schnellspeicherzelle und befähigt das Rechenwerk u. a. zur akkumulierenden Multiplikation und damit zur Berechnung des Skalarproduktes.

Die hohe Rechengeschwindigkeit resultiert aus der parallelen Arbeitsweise der Register und aus der hohen Taktfrequenz, die die modernen UKW-Transistoren aus eigener Fertigung gestatten.

Die Register bestehen aus statischen Flip-Flops mit Kondensator-Vorspeichern („Registerelemente“). Die für die Verknüpfungen und die Steuerung verwendete Schaltungstechnik (Abb. 3) arbeitet mit passiven Schaltelementen in zwei Stufen. Die erste Stufe besteht aus Und-Schaltungen, die zweite aus Oder-Schaltungen. Die Registerelemente für eine Binärstelle und das sie verknüpfende Dioden-Netzwerk sind auf eine Rechenwerkplatte mit gedruckter Schaltung aufgebracht.

# DAS SPEICHERWERK

besteht im wesentlichen aus Ferritspeichern kurzer Zugriffszeit.

## **Zwei Arbeitsspeicher**

mit je  $2^{12} = 4096$  Wörtern zu 52 bit bilden die Grundausrüstung. Die Speicher arbeiten simultan unabhängig voneinander und mit einer Zykluszeit von  $6 \mu\text{s}$ . Ein Speicher kann erweitert werden. Die Maximalkapazität der Arbeitsspeicher beträgt  $7 \times 4096 = 28\,672$  Wörter.

## **Der Festspeicher**

trägt Informationen, die ausgelesen, aber nicht durch das Programm verändert werden können. Der Festspeicher enthält  $2^{10} = 1024$  Wörter für Standardprogramme, wie Ein- und Ausgabeprogramme (Konvertierung), Prüfprogramme, häufig gebrauchte Funktionen. Der Festspeicher ist erweiterbar auf 4096 Wörter.

## **Der Indexspeicher**

dient der Aufnahme von Adressen. Die Wortlänge beträgt demgemäß 16 bit und die Kapazität  $2^8 = 256$  Wörter. Auch der Indexspeicher arbeitet simultan zu den Aggregaten des Arbeitsspeichers. Er nimmt u. a. Indizes für Adressenmodifikation, -substitution und Schleifenzählung sowie die Rücksprungadressen für Unterprogramme auf.

Anfangs-, Endwert und Schrittweite eines Schleifenindex können wahlweise im Arbeitsspeicher, Indexspeicher oder Programmtext untergebracht werden. Weitere spezielle Aufgaben des Indexspeichers sind durch die Vorrangsteuerung der Ein- und Ausgabe und ähnliches gegeben.

## **Magnetbandgeräte**

erweitern die Speicherkapazität, die dank der speziellen Ein- und Ausgabeorganisation in vielen Fällen praktisch wartezeitlos ausgenützt werden kann.

## DAS BEFEHLSWERK

steuert die verschiedenen Teile des Rechners und ihr Zusammenspiel. Es dienen dazu die folgenden 3 Register:

### **Das Befehlsregister (BR)**

nimmt 1 Wort, also 2 Befehle auf.

### **Der Befehlszähler (BZ)**

gibt an, welchem Speicherplatz der nächste Befehl zu entnehmen ist. Bei Unterprogrammprüngen wird sein Inhalt im Indexspeicher abgespeichert.

### **Das Bereitadressenregister (BA)**

kann eine Adresse aus dem Indexspeicher aufnehmen und zur Adresse des auszuführenden Befehls addieren.

Die Steuerung des Befehlsablaufs geschieht durch das Mikroprogrammsteuerwerk. Hier werden die Befehle aus einzelnen „Mikrooperationen“ genauso zusammengesetzt, wie sich ein Programm aus einzelnen Befehlen zusammensetzt. Der Unterschied ist nur der, daß die Ausführung einer Mikrooperation stets genau eine Taktzeit ( $0,5 \mu s$ ) dauert und daß mehrere Mikrooperationen gleichzeitig ausgeführt werden können. Mikrooperationen sind z. B. Transporte zwischen den einzelnen Registern, Elementarschifte und elementare Verknüpfungen. Mikrooperationen können, ebenso wie Befehle, bedingt ausgeführt werden; auch hier gibt es Sprünge und Schleifenzählung.

Technisch aufgerufen werden alle Mikrooperationen durch Schaltwellen, die von Leistungselementen erzeugt werden. Die Leistungselemente werden von einem kreuzschienenartigen Dioden-Netzwerk gesteuert.

Auf leicht auswechselbaren, steckbaren Platten sind die Mikroprogramme verdrahtet. Zu den fast 250 Befehlen können nach den Erfahrungen und Bedürfnissen des Benutzers einige weitere nachträglich hinzugefügt werden.

## DAS EIN- UND AUSGABEWERK

stellt die Verbindung des schnellen Rechners mit langsameren Geräten her.  
Es bedient sich dazu der

### **EA-Register,**

die unabhängig voneinander simultan arbeiten können. Sie nehmen je ein volles Wort auf und besitzen zum Verteilerregister hin wortweise parallele Verbindungswege. An die EA-Register können je bis zu 8 Geräte unterschiedlicher Geschwindigkeit angeschlossen werden; ein besonderes EA-Register ist der Überwachungsschreibmaschine am Kontrollpult vorbehalten. Insgesamt können 64 EA-Geräte an die EA-Register angeschlossen werden. Davon können 8 EA-Geräte gleichzeitig betrieben werden.

### **Die Steuerung**

der EA-Register besorgt selbsttätig das **Füllen oder Entleeren der Register**, z. B. das Umformen der parallelen Wörter zu zeichenweise parallelen und umgekehrt, sowie die Angleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten.

Die von Magnetbändern aufgenommene Information wird im EA-Register selbständig einer **Fehlerprüfung** unterworfen. Der auf dem Band verwendete Code enthält zusätzliche Prüfinformationen, die bei der Beschriftung von Magnetbändern im EA-Register selbständig erzeugt werden.

Die Steuerung löst ferner eine Fertigmeldung der EA-Register aus, die das Hauptprogramm unterbricht und den parallelen Transport eines Wortes zwischen EA-Register und Arbeitsspeicher bewirkt. Sie steuert somit unabhängig vom Hauptprogramm den **Transport ganzer Informationsblöcke** zwischen Ein- und Ausgabegeräten und Arbeitsspeichern. Die hierzu erforderlichen Adressen werden im Indexspeicher aufbewahrt. Das Hauptprogramm braucht z. B. nur den Start eines Magnetbandes zu befehlen, um diese Blocksteuerung in Gang zu setzen.

## DIE EIN- UND AUSGABEGERÄTE

(Abb. 4) sind Magnetband-, Lochstreifen- und Lochkartengeräte, Schnelldrucker, gegebenenfalls Analog/Digital- und Digital/Analogwandler. Lochkarten-Magnetbandwandler sind in Vorbereitung.

### Magnetbandgerät

Die Magnetbandgeräte haben eine Geschwindigkeit von 250 cm/sec und verarbeiten 37 500 Zeichen/sec. Auf dem 1/2" breiten Magnetband ist in 6 Spuren die Information untergebracht und in einer 7. ein Kontrollimpuls je Zeichen,

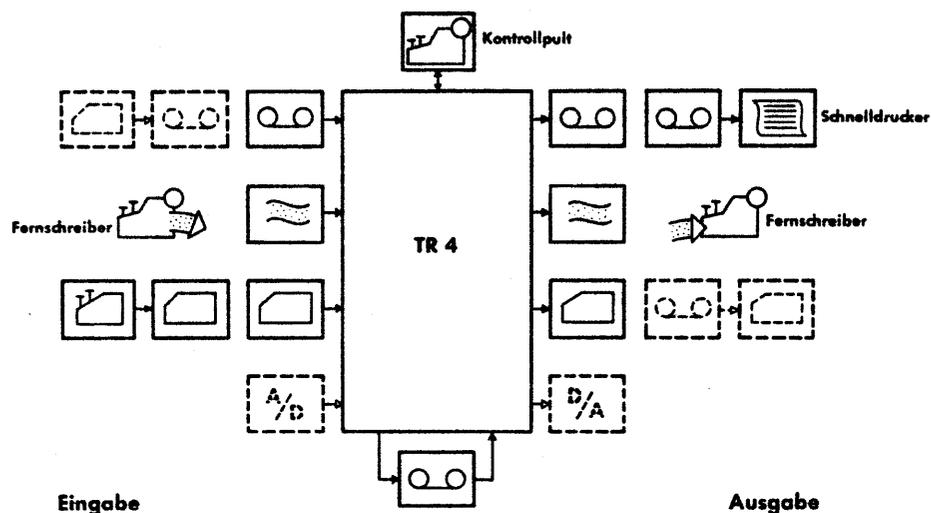


Abb. 4 Übersichtsschaltplan der Digital-Rechanlage TR 4

während eine 8. als Taktspur dient. Ein automatisch hinzugefügtes weiteres Zeichen je Wort ermöglicht Fehlerkorrektur bzw. verbesserte Fehlererkennung. Beim Beschriften wird das Geschriebene über Band durch den Lesekopf geprüft und auf Coderichtigkeit kontrolliert. Das Bandgerät hat international übliche Spulen (10,5"  $\phi$ ) mit min. 750 m Band.

Die Information auf dem Magnetband ist in Blöcke beliebiger Länge eingeteilt. Die Blöcke werden durch Informationslücken getrennt. Im allgemeinen hält das Band automatisch an, wenn es eine Blocklücke liest bzw. schreiben soll.

Der Startbefehl des Rechners, in dem das EA-Register und ein daran angeschlossenes Bandgerät adressiert werden, bewirkt das Anlaufen des betreffenden Bandes und schreibt die Laufrichtung und die Betriebsart vor (Lesen in beiden Richtungen möglich). Die Ausführung ist unabhängig davon, ob Bänder laufen, die an andere EA-Register angeschlossen sind.

### **Lochkartengeräte**

werden ebenfalls direkt an den Rechner angeschlossen. Es wird jede Lochkartenzeile in zwei technischen Wörtern eingelesen, so daß das Bild der Lochkarte im Arbeitsspeicher entsteht. Die Eingabe wird durch die zweite Bürstenstation überprüft. Entsprechend wird auch beim Ausstanzen die gestanzte Karte anschließend gelesen und geprüft.

Es werden handelsübliche Lochkartengeräte verwendet, Lesegeschwindigkeit beispielsweise 42 000 bis 48 000 Karten/h, Stanzgeschwindigkeit etwa 6 000 bis 15 000 Karten/h.

### **Lochstreifengeräte**

sind direkt an den Rechner anschließbar. Die Lesegeschwindigkeit der verwendeten handelsüblichen Geräte beträgt etwa 500 bis 1000 Zeichen je Sekunde, die Stanzgeschwindigkeit etwa 150 bis 300 Zeichen je Sekunde.

### **Schreibmaschine**

Eine Schreibmaschine ist angeschlossen für die Ausgabe kurzer Zwischenergebnisse, für die verschiedensten Anzeigen, die schriftlich erfolgen, für protokollierte Eingriffe in das Programm und schließlich für die technische Überwachung der Anlage. Die Schreibmaschine arbeitet im allgemeinen, ebenso wie die Ein- und Ausgabebänder, alphanumerisch. Nur für die technische Überwachung ist auch eine binäre Eingabe (Tetradeneingabe) vorgesehen.

### **Das Kontrollpult**

ist verhältnismäßig klein, da viele Kontrollfunktionen von der Schreibmaschine übernommen werden. Zu den Schaltern und Anzeigelampen des Kontrollpults gehören u. a. 8 Wahlschalter und 8 Merklichter, deren Stellung vom Programm her durch bedingte Sprünge einzeln abgefragt werden kann. Das Setzen der Wahlschalter geschieht manuell, das Setzen der Merklichter durch das Programm.

### **Schnelldrucker**

werden zweckmäßig unabhängig vom Rechner mit Magnetband betrieben. Vom Band her erfolgt Fehlerkorrektur bzw. gegebenenfalls Kennzeichnung einer Zeile mit Fehler. Bei Verwendung eines Schnelldruckers Typ Anelex 56/160 werden 15 bis 20 Zeilen je Sekunde mit 72, 120 oder 160 Zeichen je Zeile gedruckt, entsprechend DIN A 4-, DIN A 3- und DIN A 2-Papierformat.

### **Lochkartenwandler und Lochstreifenwandler**

sind geplant. In vielen Fällen erlaubt die interne Parallelarbeit des Rechners das gleichzeitige Einlesen von Lochkarten oder Lochstreifen und Ausgeben der darauf enthaltenen Information auf Magnetband und umgekehrt während des Ablaufs irgendeines anderen Programmes. Der Rechner arbeitet also zusätzlich noch als Lochkartenwandler.

# DATEN

## Allgemeines

Binär arbeitender Parallelrechner mit Halbleiter-Schaltkreisen.

Taktfrequenz 2 MHz, Leistungsbedarf ca. 2 kW.

Mikroprogramm-Steuerwerk mit auswechselbaren Einschubeinheiten für die Befehle.

Automatische Rechenkontrolle und Transportüberwachung.

## Informationsdarstellung

Wortlänge: 48 Binärstellen, zusätzlich 4 Binärstellen für Prüfung und Kennzeichnung.

Zahlensystem: Binär und dezimal.

Zahlenbereich: Festes Komma, binär: 13 Dezimalen im Bereich  $x < 1$

Gleitendes Komma, binär:  $10^{-152} < |x| < 10^{+152}$

38 Binärstellen Mantisse

Exponent mit 8 Binärstellen

Festes Komma, dezimal: 11 Dezimalen.

Befehle: Einadreßbefehle mit 24 Binärstellen (Halbwort).

Alphanumerische Zeichen: 8 Zeichen je Wort, 6 Binärstellen je Zeichen.

## Speicher

2 Ferritspeicher für je 4096 Wörter zu 52 Binärstellen, erweiterbar auf insgesamt 28 672 Wörter.

Zugriffszeit 2  $\mu$ s.

Zykluszeit 6  $\mu$ s.

Festspeicher mit 1024 Wörtern, erweiterbar auf insgesamt 4096 Wörter.

Ferritspeicher für 256 Kurzwörter (Indexspeicher).

Magnetbandgeräte als Großraumspeicher wie bei Ein- und Ausgabe.

## Rechenzeiten (ohne Zugriff im Mittel)

	Addition	Multiplikation	Division
Festes Komma, binär	5 $\mu$ s	30 $\mu$ s	105 $\mu$ s
Gleitendes Komma, binär	16 $\mu$ s	30 $\mu$ s	90 $\mu$ s
Festes Komma, dezimal	10 $\mu$ s	500 $\mu$ s	500 $\mu$ s

## Ein- und Ausgabegeräte

Direkt an den Rechner anschließbar:

Magnetbandgeräte: 37 500 Zeichen/sec

Lochkartengeräte: 42 000 bis 48 000 Karten/h Lesen

6 000 bis 15 000 Karten/h Stanzen

Lochstreifengeräte: 500 bis 1 000 Zeichen/sec Lesen

150 Zeichen/sec Stanzen

Maximal 64 EA-Geräte anschließbar

davon 8 EA-Geräte im Parallel-Betrieb.

Ausdrucken der Magnetbänder mit alphanumerischem Zeilenschnelldrucker

(15 Zeilen/sec; 72, 120 oder 160 Zeichen je Zeile).

## Mechanischer Aufbau

Der Rechner ist in Schränken mit einer Gesamtbreite von 3,60 m, einer Höhe von 1,60 m und einer Tiefe von 0,45 m untergebracht. Hierin sind der beschriebene Rechner einschließlich Netzteil enthalten. Der Kontrollplatz für den Operateur enthält neben einem normalen Schreibtisch das Kontrollpult und die Überwachungsschreibmaschine.

Änderungen vorbehalten



**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
GESCHÄFTSBEREICH  
ANLAGEN WEITVERKEHR  
UND KABELTECHNIK

Backnang (Württ.)  
Gerberstraße 34  
Telefon 89 11  
Telex 072 4415

Technische Druckschriften und sonstige  
Informationen erhalten Sie im Inland  
von unseren Geschäftsstellen:

**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
Geschäftsstelle Berlin  
Anlagen

Berlin-Chlb. 2  
Ernst-Reuter-Platz  
Telefon 34 00 21  
Telex 018 4467

**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
Verbindungsstelle Bonn

Bonn a. Rh.  
Schaumburg-Lippe-Straße 5  
Telefon 5 32 51  
Telex 088 6814

**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
Geschäftsstelle Düsseldorf  
Anlagen

Düsseldorf  
Neanderstraße 6  
Telefon 68 33 91  
Telex 0858 6740

**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
Geschäftsstelle Frankfurt  
Anlagen

Frankfurt/Main  
Stiftsstraße 30  
Telefon 2 05 91  
Telex 041 1306

**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
Geschäftsstelle Hamburg  
Anlagen

Hamburg 1  
Ferdinandstraße 29  
Telefon 32 15 46  
Telex 021 1307

**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
Geschäftsstelle München  
Anlagen

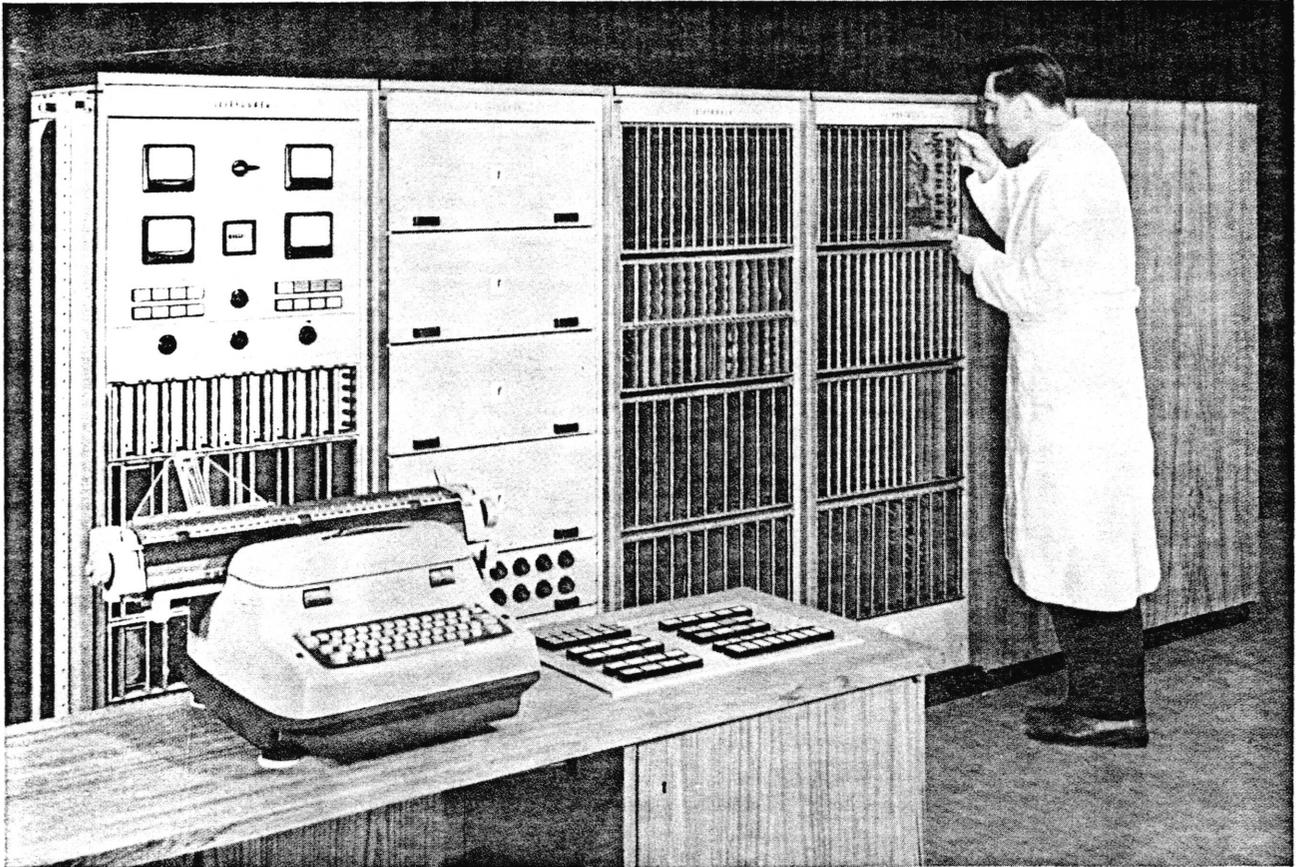
München 33  
Karlstraße 10  
Telefon 59 29 81  
Telex 052 3916

**TELEFUNKEN G · M · B · H**  
Geschäftsstelle Stuttgart  
Anlagen

Stuttgart O  
Pfizerstraße 5  
Telefon 24 19 19  
Telex 072 3704



**TELEFUNKEN**

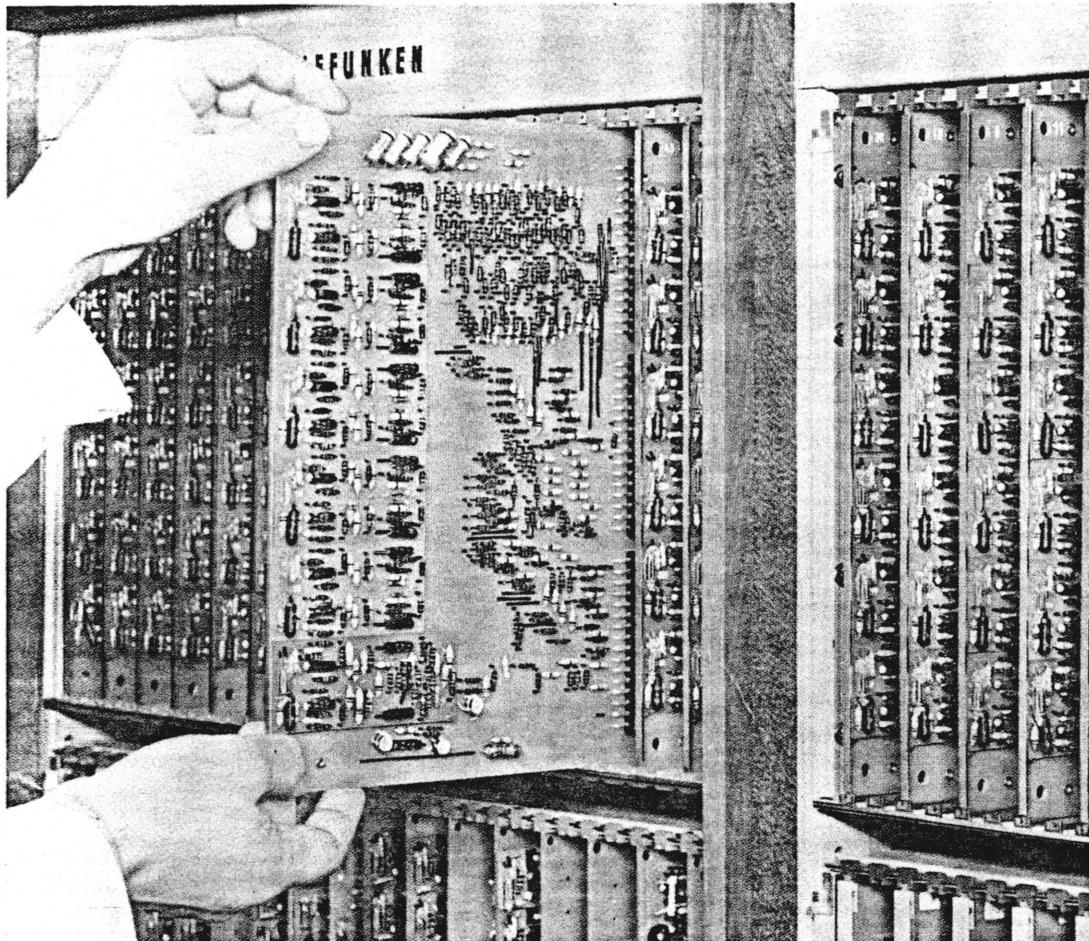


Digital-Rechenanlage TR 4

Digital Computer TR 4

Calculateur Digital TR 4

Calculadora Digital TR 4



Steckeinheiten in gedruckter Schaltungstechnik im Digitalrechner TR 4

Plug-in printed-circuit cards of the TR 4 Computer

Unités enfichables en technique de circuits imprimés  
dans le Calculateur Digital TR 4

Unidades enchufables, ejecución en circuitos impresos  
para el calculadora digital TR 4