

Bedienungsanleitung

GTE

ANALOGRECHNER EA-22

Dipl.-Ing. H.O. Goldmann Techn. Elektronik 79 Ulm/Donau

Bedienungsanleitung

Transistor-Tisch-Analogrechner EA-22

1	Konzept und Maschinenumfang	Seite	1
2	Bediengerät BG-22	"	1
2.1	Einschalten des Rechners	"	2
2.2	Betriebszustände	"	2
2.3	Meßinstrument und Referenzpotentiometer	"	3
2.4	F-Buchsen	"	3
2.5	Zentrale Übersteuerungsanzeige	"	3
3	Zeitgeber ZG-22	"	4
3.1	Rechenarten	"	4
3.2	Rechenzeit	"	5
4	Anwahlschalter AS-22	"	6
5	Parallelschaltung von Rechnern	"	6
6	Rechenverstärker-Magazin und Übersteuerungsanzeigefeld	"	7
6.1	Nullpunkteinstellung der Rechenverstärker	"	7
7	Operationseinheiten und Potentiometereinheit	"	8
7.1	Buchsenfarben	"	8
7.2	Operationseinheit IS-A/B Doppelintegrier-Summiernetzwerk	"	8
7.2.1	Integrator-Speicherschaltung	"	9
7.3	Operationseinheit PMS-A/B Doppelmultiplizier-Summiernetzwerk	"	10
7.4	Operationseinheit FS-A/B Funktionsgeber-Doppelsummiernetzwerk	"	11
7.4.1	Funktionsgebereinstellung	"	11
7.5	Operationseinheit KS-A/B Doppel-Komparator-Summiernetzwerk	"	12
7.6	Potentiometereinheit P-4	"	13
7.6.1	Potentiometereinstellung	"	14
8	Netzgerät NG-22	"	14

Bedienungsanleitung

Transistor-Tisch-Analogrechner EA-22

1 Konzept und Maschinenumfang

Das Konzept des Tischanalogrechners EA-22 bietet große Flexibilität in der Bestückung und damit günstige Ausnutzung seiner Rechenverstärker.

Dies wird erreicht durch die konstruktive Trennung von Rechenverstärkern und passiven Rechen-Netzwerken. Um die Fläche des Programmierfeldes optimal zu nützen, sind die Verstärker in einem Magazin in der rückwärtigen Hälfte des Rechners untergebracht. Die passiven Netzwerke sind paarweise zusammengefaßt in auswechselbaren Einschüben, den sogenannten Operationseinheiten, untergebracht. Die Frontplatten dieser Operationseinheiten bilden in ihrer Gesamtheit das Programmierfeld.

Die verschiedenen Typen von Operationseinheiten bieten dem Anwender die Möglichkeit die Rechnerbestückung zu variieren und seinen jeweiligen Problemen anzupassen. So sind auch ganz extreme Bestückungen möglich, z.B. ausschließlich bestehend aus Integratoren oder Multiplikatoren. Auch von Teilbestückungen ausgehend kann der Rechner nach und nach bis zu seinem Maximalumfang ausgebaut werden.

Die Vollbestückung des Rechners umfaßt 22 Rechenverstärker, 20 Koeffizientenpotentiometer (5 Einheiten mit je vier Potentiometern) und 10 Operationseinheiten (Doppel-Netzwerke), die zu jeweils zwei Verstärkern gehören. Die restlichen zwei Verstärker stehen als Umkehrer an besonderen Buchsen des Programmierfeldes zur Verfügung oder werden für den Zeitgeber benützt.

2 Bediengerät BG-22

Das Bediengerät dient zur Steuerung der Betriebszustände, zum Einstellen von Potentiometern und Funktionsgebern, zum Messen von Rechenvariablen und zur Überwachung der Betriebsspannungen. Außerdem befindet sich auf der Frontplatte des Bediengeräts der Netzschalter.

2.1 Einschalten des Rechners

Vor dem Einschalten des Netzschalters werden im Bediengerät die Taste "Eigen" (Eigensteuerung) und die Taste "Anfangswert" gedrückt. Nach dem Einschalten des Netzschalters leuchten auf dem Übersteuerungsanzeigefeld zunächst alle Lampen auf und verlöschen dann wieder innerhalb von wenigen Sekunden. Der Rechner ist jetzt betriebsbereit.

Bleibt eine Übersteuerungslampe leuchten, so zeigt sie eine Falschprogrammierung oder einen Defekt des betreffenden Verstärkers oder der dazugehörigen Operationseinheit an.

2.2 Betriebszustände

Die Steuerung der Betriebszustände erfolgt durch eine Leuchttastatur mit den Tasten "Anfangswert", "Rechnen", "Halten" und "Pot".

Anfangswert: Im Betriebszustand "Anfangswert" nehmen die Integratoren ihre Anfangswerte auf. Dieser Betriebszustand dient auch als Ruhe- oder Pausenstellung z.B. für das Programmieren oder die Verstärker-nullpunkteinstellung.

Rechnen: In Verbindung mit dem Präzisions-Zeitgeber ZG-22, der zur automatischen Steuerung des Rechners dient, wird durch die Taste "Rechnen" die im Zeitgeber vorgewählte Rechenart ausgelöst. Auf der Leuchttastatur wird dabei der augenblickliche Betriebszustand angezeigt und zwar unabhängig davon, welche Taste gedrückt ist. Ohne Zeitgeber kann mit der Taste "Rechnen" nur Dauer-Rechnen eingeschaltet werden.

Halten: Mit der Taste "Halten" kann der Rechenvorgang unterbrochen werden, wobei die Amplitudenwerte festgehalten werden. Zur Fortsetzung des Rechenvorgangs muß wieder die Taste "Rechnen" gedrückt werden, für einen Neubeginn der Rechnung zuvor die Taste "Anfangswert".

Pot: Eine besondere Taste "Pot" (Potentiometereinstellen) dient zum Einstellen von Koeffizientenpotentiometern und Funktionsgebern. In diesem Betriebszustand werden automatisch die Summenpunkte der Summiernetzwerke aller Operationseinheiten geerdet, so daß die damit beschalteten Potentiometer in ihrem belasteten Zustand angemessen und eingestellt werden können (siehe Potentiometereinstellung).

2.3 Meßinstrument und Referenzpotentiometer

Das eingebaute Meßinstrument dient zu folgenden Messungen:

- a) Überprüfung der Referenzspannungen ± 10 V und der Betriebsspannungen ± 15 V. Das Meßinstrument ist dabei einseitig geerdet und die Meßbuchse M abgeschaltet.
- b) Messung äußerer Spannungen (Rechenvariablen) über die Meßbuchse M (oder DVM am Anwahlschalter AS-22) in zwei Bereichen, 15 V und 1,5 V. Das Instrument ist dabei einseitig geerdet. Die Eichung dieser zwei Meßbereiche wird an zwei Potentiometern (P1 und P2 auf der Bediengerät-Karte) an der Rückseite des Bediengeräts vorgenommen. Eichspannung ist die Referenzspannung.
- c) Kompensationsmessungen in Brückenschaltung mit 0,1 % Genauigkeit für Potentiometer- und Funktionsgeber-Einstellung. Dabei dient das eingebaute Präzisionszehngang-Potentiometer als Referenzspannungsteiler. Die Polarität der Referenzspannung kann umgeschaltet werden. Das Instrument liegt einseitig fest am Schleifer des Referenzpotentiometers. Die Empfindlichkeit des Meßinstruments in Kompensationsschaltung beträgt ca. 7,5 mV/Skt.

Im Betriebszustand "Pot" ist die Meßbuchse M abgeschaltet und das Instrument liegt an einer internen Meßleitung (m) (nur für Potentiometer- und Funktionsgeber-Einstellung). In den übrigen Betriebszuständen kann die zu messende Größe über die Meßbuchse M zugeführt werden.

In allen Fällen ist jedoch bei noch größerer Genauigkeitsanforderung der Anschluß eines Digitalvoltmeters an Buchse DVM möglich.

2.4 F-Buchsen

Die F-Buchsen dienen zur Federsteuerung eines Zwei-Koordinatenschreibers. Sie sind kurzgeschlossen, solange die Taste "Rechnen" gedrückt ist.

2.5 Zentrale Übersteuerungsanzeige

Zur zentralen Übersteuerungsanzeige leuchtet im Bediengerät eine rote Lampe auf, sobald ein Verstärker übersteuert wird.

Bei "Rechnen" und "Halten" wird die zentrale Anzeige gespeichert, damit auch kurzzeitige Übersteuerungen nicht übersehen werden. Im

Betriebszustand "Anfangswert" verlöscht sie nach Entfernung der Übersteuerung.

Bei gedrückter Taste "Ü-Halt" (Übersteuerungsanzeige mit Halt) wird der Rechner bei einer Übersteuerung automatisch in den Betriebszustand "Halten" versetzt, um die Aussteuerverhältnisse zur Überprüfung festzuhalten.

Zur Lokalisierung eines übersteuerten Verstärkers dienen die Leuchtnummern auf dem Übersteuerungsanzeigefeld des Rechners. Bei der Parallelschaltung mehrerer Rechner wird die Übersteuerung irgend eines der Verstärker in der Gesamtanlage bei allen Rechnern angezeigt.

3 Zeitgeber ZG-22

3.1 Rechenarten

Der Präzisionszeitgeber dient zur automatischen Steuerung des Rechners. Ein Vorwahlschalter bestimmt die Rechenart, während der Start der Rechnung durch die Taste "Rechnen" im Bediengerät ausgelöst wird.

Dauer-Rechnen: In Stellung "Dauer-Rechnen" des Vorwahlschalters ist der Zeitgeber ohne eigene Funktion. Die für die automatischen Rechenarten notwendigen zwei Verstärker Nr. 11a und Nr. 11b stehen bei dieser Rechenart als Umkehrer an besonderen Buchsen des Programmierfeldes zur Verfügung.

Die automatischen Rechenarten sind:

Repetierendes Rechnen: Die Integratoren durchlaufen dabei periodisch die Betriebszustände "Anfangswert" und "Rechnen".

Iterierendes Rechnen: Vom Zeitgeber wird ein Zyklus "Anfangswert" - "Rechnen" - "Halten" laufend wiederholt. Mit einer speziellen Integratorsteuerung, die auf dem Programmierfeld zur Verfügung steht, können Integratoren während der Halteperiode Werte aufnehmen und über die folgende Anfangswert- und Rechenperiode speichern. Dies ermöglicht die Übernahme von errechneten Werten aus einem Zyklus in den nächsten. (Siehe Integrator-Speicherschaltung).

Rechnen mit Halt: Der Rechner wird nach Ablauf der eingestellten Rechenzeit automatisch in den Betriebszustand "Halten" versetzt. Die Sägezahnspannung des Zeitgebers geht dabei wieder auf Anfangsstellung.

Es können dann einzelne Werte angemessen werden und auch Programmänderungen vorgenommen werden. Bei Druck auf die Taste "Weiter" wird die Rechenzeit um das gleiche bzw. um das neu eingestellte Zeitintervall fortgesetzt.

3.2 Rechenzeit

Für die automatischen Rechenarten kann die Rechenzeit in drei Dekaden eingestellt werden. Die Anfangswert- und Haltezeiten sind fest vorgegeben. Dabei sind folgende Kombinationen möglich:

Rechenzeit	0,1...10 sec	1...100 sec
in Stufen von	0,1 sec	1 sec
Anf.- und Haltezeit	0,1 sec	1 sec

Genauigkeit der Rechenzeiten: $0,1 \% \pm 1,5 \text{ msec.}$

Für die exakte Anfangswertaufnahme bei den Integratoren (bei $C = 5 \text{ MF}$) muß die lange Anfangswertzeit benützt werden. Sie erlaubt außerdem bei repetierendem und iterierendem Rechnen die Erholung der während der Rechenperiode übersteuerten Verstärker. Die Eichung der Anfangswert- und Haltezeiten wird an vier Potentiometern (P1 bis P4) auf der Rückseite des Zeitgebers vorgenommen.

Für eine kontinuierliche Einstellung der Rechenzeit kann ein Potentiometer zugeschaltet werden, indem Buchse 1 am Zeitgeber mit dem Eingang (grün mit grün) und Buchse 2 am Zeitgeber mit dem Ausgang (orange mit orange) dieses Potentiometers verbunden wird (Potentiometerfußpunkt geerdet). Im Normalfall ist jedoch immer Buchse 1 mit Buchse 2 durch einen Kurzschlußstecker zu verbinden.

Eine exakt lineare Sägezahnspannung, die während der eingestellten Rechenzeit den Bereich -10 V bis $+10 \text{ V}$ durchläuft, steht niederohmig an einer Frontplattenbuchse zur Verfügung und kann zur Ablenkung eines Sichtgeräts benützt werden. Sie ist belastbar bis 10 mA .

An einer weiteren Buchse kann eine Spannung zur Helltastung eines Sichtgeräts entnommen werden. An ihr liegt in den Betriebszuständen "Pot" und "Anfangswert" eine Spannung von -25 V (Relaisspeisespannung) und in den Betriebszuständen "Rechnen" und "Halten" eine Spannung von null Volt.

4 Anwahlschalter AS-22

Mit dem Anwahlschalter können die Ausgänge aller Verstärker angewählt werden, deren Ausgangsspannung dann z.B. mit dem Meßinstrument im Bediengerät durch Verbinden des Anwahlschalterausgangs mit der Meßbuchse M gemessen werden können. Am Anwahlschalter befindet sich außerdem noch eine Buchse DVM zum Anschluß eines Digitalvoltmeters (siehe Bediengerät).

5 Parallelschaltung von Rechnern

Für Probleme größeren Umfangs können mehrere Rechner EA-22 parallelgeschaltet werden. Die Steuerung der Gesamtanlage kann dabei von einem beliebigen Rechner aus erfolgen, der dann auch die Referenzspannung und den Takt für die automatisch gesteuerten Rechenarten liefert.

Auf der Rückseite des Rechners befinden sich zwei gleiche Paare von Parallelschaltsteckern St 1 und St 2. Zur Parallelschaltung eines Nachbarrechners ist jeweils der Parallelschaltstecker St 1 über ein Parallelschaltkabel (St 1) mit dem Parallelschaltstecker St 1 des Nachbarrechners zu verbinden. Das Entsprechende gilt für St 2.

Die Parallelschaltsteckerverbindung St 1 dient zur Steuerung der Nachbarrechner. Über die Parallelschaltsteckerverbindung St 2 werden die 20 nummerierten Parallelschaltbuchsen auf dem Buchsenfeld mit denen des Nachbarrechners verbunden. Es stehen somit 20 freie Parallelschaltleitungen für Programmierzwecke zur Verfügung.

Nur an dem Rechner, der die Steuerung der Gesamtanlage übernehmen soll, wird die Taste "Eigen" (Eigensteuerung) gedrückt. Die Stellung der übrigen Tasten der Nachbarrechner ist nunmehr ohne Belang. Der jeweilige Betriebszustand ist jedoch auf den Tastaturen aller Rechner sichtbar. Eine Übersteuerung in der Gesamtanlage wird ebenfalls von den zentralen Übersteuerungslampen aller parallelgeschalteten Rechner angezeigt. Der unabhängige Betrieb eines einzelnen Rechners ist nur möglich, wenn das Parallelschaltkabel St 1 wieder entfernt wird.

Bei parallelgeschalteten Rechnern können durch die einzelnen Schuko-Erdleitungen der Netzkabel kleine Differenzspannungen zwischen den Erdpotentialen der einzelnen Rechner auftreten. In diesem Fall sollte nur einer der Rechner mit einem Schuko-Netzkabel versehen werden. Die gemeinsamen Erdleitungen bewirken ohnehin eine Schutzerdverbindung.

6 Rechenverstärker-Magazin und Übersteuerungsanzeigefeld

Die Rechenverstärker sind steckbar und in einem Kartenmagazin in der rückwärtigen Hälfte des Rechners untergebracht, das nach Abnahme der oberen Rückwand sichtbar ist. Unterhalb des Verstärkermagazins liegen die Zehacker. Jeweils ein Zehacker gehört zu zwei Verstärkern.

Der von hinten gesehen im Magazin ganz rechts liegende Verstärker gehört zum Operationseinheitsteil Nr. 1a (siehe Nummerierung auf dem Buchsenfeld), der zweite Verstärker von rechts zum Operationseinheitsteil Nr. 1b usw. Die beiden im Magazin ganz links liegenden Verstärker sind die Verstärker Nr. 11a und Nr. 11b (siehe Zeitgeber). Das Auswechseln von Verstärkerkarten und Operationseinheiten hilft bei der Lokalisierung von Defekten.

Die Betriebsspannungen für die Verstärker werden über das an der rechten Stirnseite des Magazins liegende steckbare Verbindungskabel (von Netzgerät-Steckbuchse St 1) zugeführt. Über zwei weitere Steckbuchsen auf der Zehackerplatte werden die Verbindungen zu den Nullpunktpotentiometern (rechte Steckbuchse) und den Übersteuerungsrelais (linke Steckbuchse) des Übersteuerungsanzeigefeldes hergestellt. Auswechseln und Einsetzen der Übersteuerungsrelais erfolgt von hinten (Netzgerät entfernen). Zum Auswechseln defekter Übersteuerungslampen im Übersteuerungsanzeigefeld wird die Plexiglasabdeckung abgenommen. Um für Reparaturzwecke an die dahinterliegende Verdrahtung des Übersteuerungsanzeigefeldes zu gelangen, kann nach Lösen von vier Schrauben der ganze untere Bedienungsteil-Einschub etwa 5 cm nach vorn herausgezogen werden.

6.1 Nullpunkteinstellung der Rechenverstärker

Zur Nullpunktskontrolle und Nullpunkteinstellung werden die einzelnen Verstärkerausgänge über den Anwahlschalter AS-22 angewählt und über eine Verbindung von Anwahlschalteraussgang zu Meßbuchse M am Bediengerät an das Meßinstrument in Kompensationsmeßschaltung angeschlossen. Die Kompensationsspannung und das Referenzpotentiometer wird auf Null eingestellt. Die Nullpunktskorrektur erfolgt am dazugehörigen Potentiometer auf dem Übersteuerungsanzeigefeld. Zur Verstärkung der Meßspannung können beispielsweise noch zwei zehnfach verstärkende Summierer dazwischengeschaltet werden. Falls vorhanden, empfiehlt sich jedoch der Anschluß eines Gleichspannungs-Mikrovoltmeters.

Die Verstärker werden im Betriebszustand "Anfangswert" in Summier-schaltung mit unbeschalteten Eingängen gemessen. Die Spannung am Verstärkerausgang entspricht dabei dem dreifachen Wert der Spannung am Verstärker-Summenpunkt.

Eine sehr genaue Nullung kann noch beim Integrator in Integrier-schaltung erfolgen, indem mit dem Nullpunktpotentiometer die Eigen-drift am Verstärkerausgang auf null geregelt wird. (Betriebszustand "Rechnen", Eingangs- und Anfangswertbuchsen unbeschaltet).

7 Operationseinheiten und Potentiometereinheit

Die passiven Rechennetzwerke sind in auswechselbaren Einschüben, den Operationseinheiten, paarweise zusammengefaßt, deren Frontplatten zusammen das Programmierfeld bilden und die, in den Rechner eingeschoben, automatisch mit den dazugehörigen Rechenverstärkern verbunden werden.

7.1 Buchsenfarben

Die Buchsenfarben auf dem Programmierfeld des Rechners haben folgende Bedeutung:

grün	: Eingänge der Rechennetzwerke und Potentiometer, Verstärker-Summenpunkte (G)
orange	: Ausgänge der Verstärker und Potentiometer
gelb	: Netzwerk-Summenpunkte
rot	: Referenzspannung +10 V
blau	: Referenzspannung -10 V
schwarz	: Erde (null Volt)
weiß	: Steuerleitungen, Parallelschaltleitungen, Verteilerstützpunkte, Dioden, Relaiskontakte.

7.2 Operationseinheit IS-A/B, Doppelintegrier-Summiernetzwerk

Die Operationseinheit IS enthält zwei identische Widerstands-Konden-sator-Relais-Netzwerke, die in Verbindung mit zwei Rechenverstärkern die mathematischen Operationen "Integration" und "Summation" durch-führen (Bild 1). Jedes Netzwerk kann durch einfaches Umstecken eines

Doppelkurzschlußsteckers auf der Frontplatte wahlweise zum Integrieren oder Summieren verwendet werden.

Summierer : Doppelkurzschlußstecker muß Summenzeichen verdecken.

Integrierer : Doppelkurzschlußstecker muß Integralzeichen verdecken.
Buchse R mit Buchse r durch Einfachkurzschlußstecker verbinden.

Dabei stehen pro Netzwerk fünf Eingänge mit den Bewertungsfaktoren 1, 1, 1, 10, 10 und ein Eingang A für Integrator-Anfangswerte zur Verfügung. Ein Eingang ∞ gestattet das Zuschalten weiterer Eingangswiderstände und auch nichtlinearer Netzwerke.

Die Rechenkondensatoren können mit Kurzschlußsteckern im Verhältnis 10:1 von 5 MF auf 0,5 MF für jeden Integrator individuell umgeschaltet werden, was eine Variation der Zeitkonstante in weiten Grenzen ermöglicht (0,01...1 sec). Für die Integration ergibt der Rechenkondensator von 5 MF den Bewertungsfaktor 1 und der von 0,5 MF den Bewertungsfaktor 10.

Die Erregung der Relais erfolgt im allgemeinen durch die zentralen Steuerleitungen pt, r und h. Bild 2 zeigt in Tabellenform den Erregungszustand der Steuerleitungen bei den einzelnen Betriebszuständen.

Die Relais (R=Rechenrelais, H=Halterelais) zur Steuerung der Integratorbetriebszustände "Anfangswert", "Rechnen" und "Halten" können auch von außen über die Buchsen R und H auf der Frontplatte erregt werden. Dies ermöglicht neben der normalen Steuerung vom Bediengerät her auch den Aufbau von Abtastern, Analogspeichern für iteratives Rechnen und anderen Sonderschaltungen.

7.2.1 Integrator-Speicherschaltung

Die Integrator-Speicherschaltung für iteratives Rechnen, Bild 3, ermöglicht die Übernahme von Rechengrößen aus einem Zyklus in den folgenden. Die Aufladung des Speicherintegrators erfolgt dabei im Betriebszustand "Halten". Sein Rechenrelais R wird dazu über die Erregerleitung p und sein Halterelais H über die Erregerleitung s, beide auf dem Buchsenfeld vorhanden, angesteuert.

Erregerleitung p: nur geerdet bei gedrückter Taste "Anfangswert",
zur Aufnahme erster Anfangswerte bei Rechenbeginn.

Erregerleitung s: nur geerdet im Betriebszustand "Halten".

7.3 Operationseinheit PMS-A/B, Doppelmultiplizier-Summiernetzwerk

Die Operationseinheit PMS enthält zwei vollständige Multiplizier- und Summiernetzwerke, die in Verbindung mit zwei Rechenverstärkern die mathematischen Operationen Multiplikation, Division, Wurzelbildung und Summation ausführen.

Die Verstärkereingänge und Ausgänge werden der Einheit über einen Stecker auf der Rückseite zugeführt. Durch einfaches Umstecken eines Doppelkurzschlußsteckers auf der Frontplatte kann jeder Verstärker als Multiplizierer, Summierer oder als offener Verstärker geschaltet werden.

Summierer : Buchsen mit Verstärkersymbol mittels Doppelkurzschlußstecker mit den darüberliegenden Buchsen des Summiernetzwerks verbinden.

Multiplizierer : Buchsen mit Verstärkersymbol mittels Doppelkurzschlußstecker mit den darunterliegenden Buchsen des Multiplizierernetzwerks verbinden.

Als Summierer stehen pro Netzwerk vier Eingänge mit den Bewertungsfaktoren 1, 1, 10, 10 zur Verfügung. Ein fünfter Eingangswiderstand wird zur Rückführung benützt.

Für die Multiplikation müssen die Größen X und Y in beiden Vorzeichen angeboten werden. Am Verstärkerausgang ergibt sich dann (bei 20 KOhm Rückführung) das Produkt $Z = +X \cdot Y / 10 V$ oder $Z = -X \cdot Y / 10 V$ bei Vertauschen von +X und -X oder +Y und -Y.

Da das Multiplizierernetzwerk auf einen Rückführwiderstand von 20 KOhm normiert ist, kann zusätzlich zur Multiplikation noch summiert werden (Buchse G mit Buchse S verbinden). In diesem Fall sind jedoch die Bewertungsfaktoren des Summiernetzwerks mit 0,1 zu multiplizieren, da sich diese auf einen Rückführwiderstand von 200 KOhm beziehen.

Beim Dividieren und Wurzelziehen wird das Multiplizierernetzwerk direkt in die Verstärkerrückführung gelegt, so daß zu diesen Operationen kein zusätzlicher Verstärker erforderlich ist (Bild 4 und Bild 5).

Falls die Einheit nicht selbst zum Summieren verwendet wird, stehen die Summiernetzwerke als Eingangsnetzwerke für andere Verstärker zur Verfügung.

7.4 Operationseinheit FS-A/B, Funktionsgeber-Doppelsummiernetzwerk

Die Operationseinheit FS enthält ein variables Funktionsgebernnetzwerk mit 20 temperaturkompensierten Diodenstrecken und zwei Summiernetzwerke. In Verbindung mit zwei Rechenverstärkern, deren Eingänge und Ausgänge über einen Stecker an der Rückseite zugeführt werden, realisiert die Operationseinheit einen variablen Funktionsgeber oder zwei Summierer. Die Umschaltung erfolgt durch zwei Doppelkurzschlußstecker auf der Frontplatte.

Summierer : Buchsen mit Verstärkersymbol mittels Doppelkurzschlußstecker mit den darüberliegenden Buchsen des Summiernetzwerks verbinden.

Funktionsgeber : Buchsen mit Verstärkersymbol mittels Doppelkurzschlußstecker mit den darunterliegenden Buchsen des Funktionsgebernnetzwerks verbinden.

Als Summierer stehen pro Netzwerk vier Eingänge mit den Bewertungsfaktoren 1, 1, 10, 10 zur Verfügung. Ein fünfter Eingangswiderstand wird zur Rückführung verwendet. Falls die Summiernetzwerke nicht benützt werden, stehen sie als Eingangnetzwerke für andere Verstärker zur Verfügung.

Für den Funktionsgeber wird nur ein Eingang +X benötigt, wobei am Ausgang des linken Rechenverstärkers die in allen vier Quadranten einstellbare Funktion $F(X)$ erscheint. Der zweite Verstärker (rechte Verstärker) dient dabei zur internen Stromumkehr.

Bei einer Reihe von Funktionen $F(X)$ mit speziellem Verlauf (z.B: X^{2n+1} ; $n=1, 2, \dots$) wird der zweite Verstärker nicht benötigt und kann als Summierer verwendet werden. Die Buchse U ist dabei mit Erde zu verbinden.

Die Einheit enthält außerdem noch zwei freie Silizium-Dioden zur Realisierung spezieller Funktionen wie "Tote Zone", "Betrag" usw. Sieben Frontplattenbuchsen sind zu einem Verteilerstützpunkt zusammengefaßt.

7.4.1 Funktionsgebereinstellung

Da die Knickpunkte der Diodenstrecken in äquidistanten Abständen von 1 Volt verteilt sind, brauchen zur Einstellung einer Funktion nur die Anstiege der Diodenstrecken variiert zu werden. Dies ermöglicht in

Verbindung mit dem Funktionsgeber-Einstellgerät FEG eine rasche und bequeme Einstellung der gewünschten Funktion. Die Variation der Anstiege erfolgt durch Grob- und Feinregelung in einem Bereich von $\pm 3,5$ V/V. Eine variable Parallaxverschiebung gestattet auch die Darstellung von Funktionen, die nicht durch den Koordinatenursprung gehen.

Zur Einstellung einer Funktion wird die Funktionsgeber-Operations-einheit zusammen mit dem Funktionsgeber-Einstelleinschub FEE in den Rechner eingeschoben. Die zu beiden Seiten der Einheit liegenden Anstiegspotentiometer können jetzt mit einem Schraubenzieher eingestellt werden. Das Einstecken der Doppelkurzschlußstecker auf der Frontplatte der Einheit entfällt, da diese Verbindungen jetzt intern hergestellt werden. Ein Kippschalter am Funktionsgeber-Einstelleinschub gestattet das Umschalten von den "allgemeinen Funktionen", wofür zwei Verstärker notwendig sind, zu den oben erwähnten "speziellen Funktionen", die nur einen Verstärker erfordern.

Im Betriebszustand "Pot" können jetzt über das Funktionsgeber-Einstellgerät FEG die Diodenknicke einzeln angewählt werden. Die Einstellung erfolgt immer von Null aus in positiver Richtung bis +10 V und dann von Null aus in negativer Richtung bis -10 V.

Die Knickpunktspannungen können dabei angemessen werden mit:

- a) Meßinstrument in Kompensationsmeßschaltung. Der Funktionsgeberausgang ist mit Hilfe des Funktionsgeber-Einstelleinschubs an eine interne Meßleitung (m) angeschlossen, die mit der Kompensationsmeßschaltung verbunden ist.
- b) Meßinstrument auf 15 V/1,5 V-Bereich, durch Verbinden von Buchse DVM mit Meßbuchse M.
- c) Digitalvoltmeter, angeschlossen an Buchse DVM.

Bei manchen Funktionen ist es ratsam die Einstellung nochmals zu wiederholen.

7.5 Operationseinheit KS-A/B, Doppel-Komparator-Summiernetzwerk

Die Operationseinheit KS enthält zwei Komparator- und zwei Summiernetzwerke. Die Einheit dient in Verbindung mit zwei Rechenverstärkern, deren Ein- und Ausgänge über einen Stecker an der Rückseite zugeführt werden, zum Vergleich von Rechenspannungen und zur Summation.

Jeder Verstärker kann wahlweise als Komparator oder Summierer geschaltet werden. Die Umschaltung erfolgt durch einen Doppelkurzschlußstecker auf der Frontplatte.

Summierer : Doppelkurzschlußstecker muß Verstärkersymbol verdecken.

Komparator : Doppelkurzschlußstecker muß den Buchstaben K verdecken.

Als Summierer stehen pro Netzwerk vier Eingänge mit den Bewertungsfaktoren 1, 1, 10, 10 zur Verfügung. Ein fünfter Eingangswiderstand wird zur Rückführung verwendet.

In Komparatorschaltung entscheiden die Verstärker, ob eine (bewertete) Summe von maximal fünf Eingangsgrößen positiv oder negativ ist, und betätigen dabei ein Relais mit zwei Umschaltkontakten, die auf der Frontplatte zur Verfügung stehen.

Der mit "a" bezeichnete Schaltarm ist jeweils mit dem darüberliegenden und mit "+" bezeichneten Kontakt verbunden, wenn die (bewertete) Summe der Eingangsspannungen positiv ist, bzw. mit dem darunterliegenden und mit "-" bezeichneten Kontakt verbunden, wenn die (bewertete) Summe der Eingangsspannungen negativ ist.

Der erforderliche Übersteuerungsschutz für die Verstärker (Zenerdioden) ist in die Komparatornetzwerke fest eingebaut.

7.6 Potentiometereinheit P-4

Die Potentiometereinheit P-4 enthält vier drahtgewickelte Präzisionszehngangpotentiometer zur genauen Einstellung von Koeffizienten und Anfangswerten. Drei Potentiometer sind intern geerdet, das vierte (D) ist erdfrei ausgeführt und erscheint mit beiden Eingängen auf der Frontplatte. Es kann dort mit einem Kurzschlußstecker ebenfalls geerdet werden. Da für manche Anwendungen zwei Ausgänge benötigt werden, sind zwei Potentiometer (B und D) mit zwei Ausgangsbuchsen versehen.

Auf der Frontplatte befinden sich außerdem Buchsen für positive und negative Referenzspannung, die mit Kurzschlußsteckern auf die Potentiometereingänge geschaltet werden können.

Durch einen Widerstand vor dem Ausgang (Schleifer) sind alle Potentiometer gegen Überlastung geschützt.

7.6.1 Potentiometereinstellung

Zur genauen Einstellung und Anmessung der Potentiometer dient die Betriebstaste "Pot". In diesem Betriebszustand werden automatisch sämtliche Summiernetzwerke aller Operationseinheiten im Rechner von den Verstärkereingängen (Summenpunkt G) getrennt und ihre Netzwerksammenpunkte geerdet. Die mit Eingangswiderständen beschalteten Potentiometer können damit in belastetem Zustand gemessen werden. Durch eine Anwahltaste auf der Frontplatte der Potentiometereinheit wird der betreffende Potentiometereingang an die +10 V-Referenzspannung gelegt, während der Ausgang (Schleifer) an eine interne Meßleitung (m) geschaltet wird. Diese ist im eingestellten Betriebszustand mit der Kompensationsmeßeinrichtung im Bediengerät verbunden und kann außerdem über die Buchse DVM (am Anwahlschalter) mit einem Digitalvoltmeter verbunden werden.

8 Netzgerät NG-22

Das Netzgerät ist in einem Einschub untergebracht, der von hinten, nach Entfernen der unteren Rückwand, aus dem Rechner herausgenommen werden kann. Über ein Gerätekabel wird es an das 220 V-Wechselstromnetz angeschlossen. Umschaltmöglichkeit für 110 V-Netz besteht.

Im Netzgeräteinschub befinden sich folgende Spannungsquellen:

Referenzspannungspaar (Konstanz 0,01%)	+10 V/0,4 A
Betriebsspannungspaar, stabilisiert und niederohmig	+15 V / 1 A
Hilfsspannung, zenerdiodenstabilisiert	-22 V/75 mA
Relaisspannung	-25 V/1,5 A
Lampenspannung	5 V~/ 1 A
400 Hz-Rechteckspannung (für Zerhacker)	14 V _{SS} / 2 W
400 Hz-Rechteckspannung (für Demodulatoren)	20 V _{SS} /0,5 W

Über drei Steckbuchsen an der oberen Querleiste des Netzgeräts werden die Verbindungen zum Verstärkermagazin (St 1), zur Schrankverdrahtung (St 2) und zum Netzschalter im Bediengerät (St 3) hergestellt.

Weitere Einzelheiten sind einer speziellen Beschreibung und den dazugehörigen Schaltungsunterlagen dieses Netzgeräts zu entnehmen.

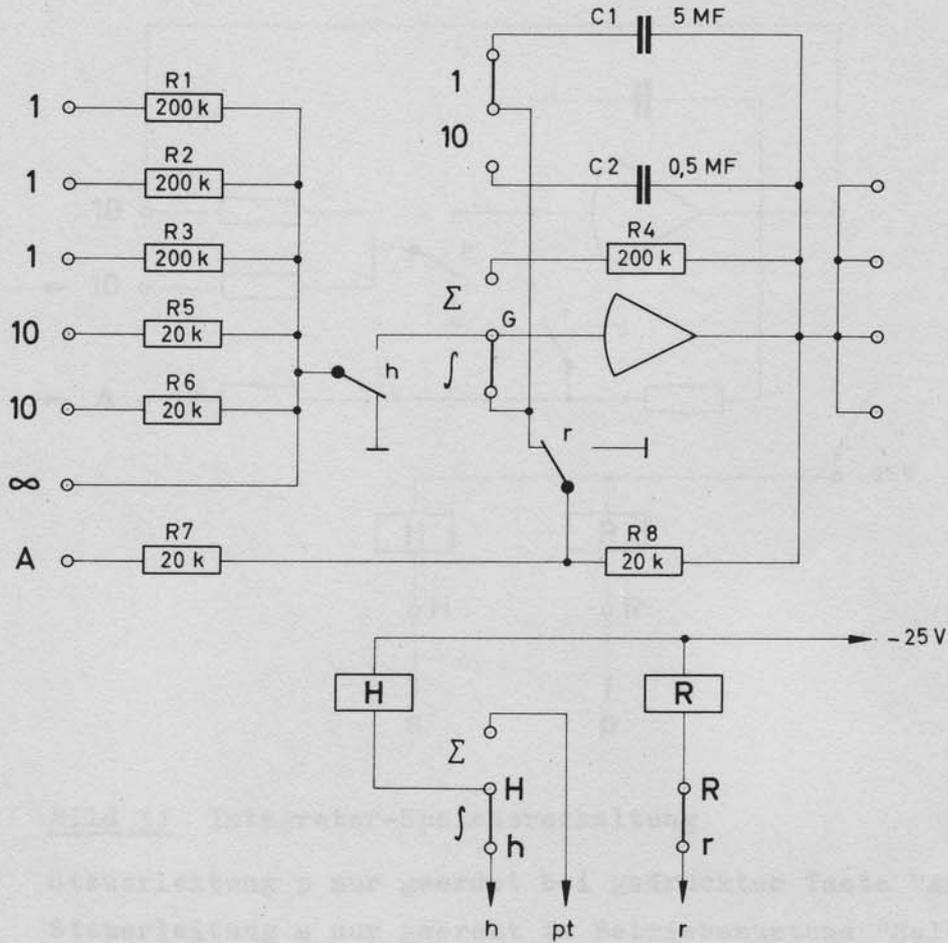


Bild 1: Integrator-Summatoren-Prinzipschaltung
Schaltstellung Integrator

Betriebszustand	pt	r	h
Pot			
Anfangswert	●		
Rechnen	●	●	●
Halten	●	●	

Leitung geerdet

Bild 2: Erregung der Steuerleitungen

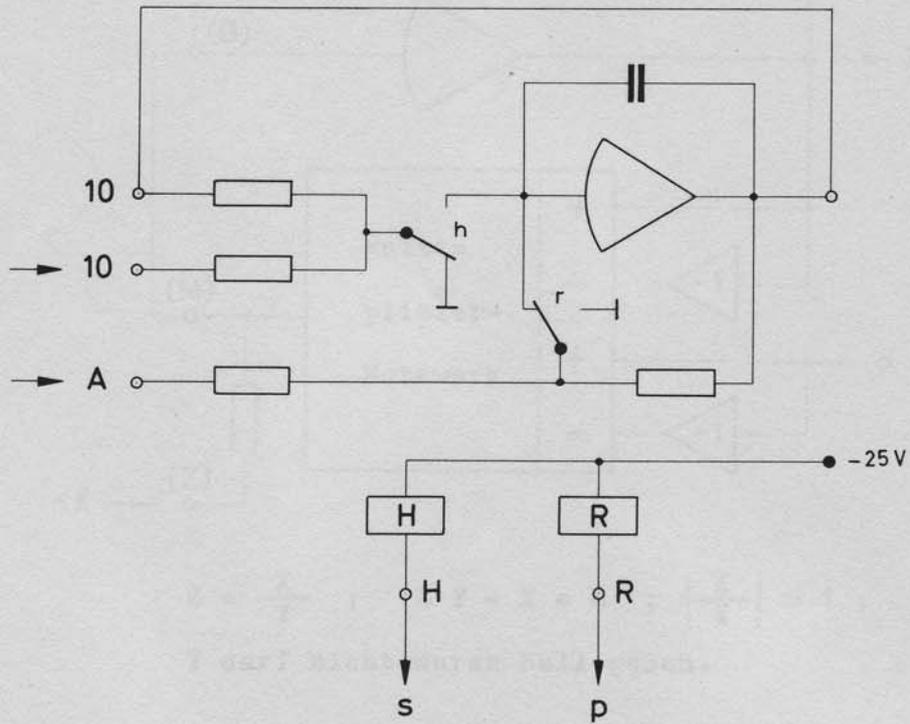
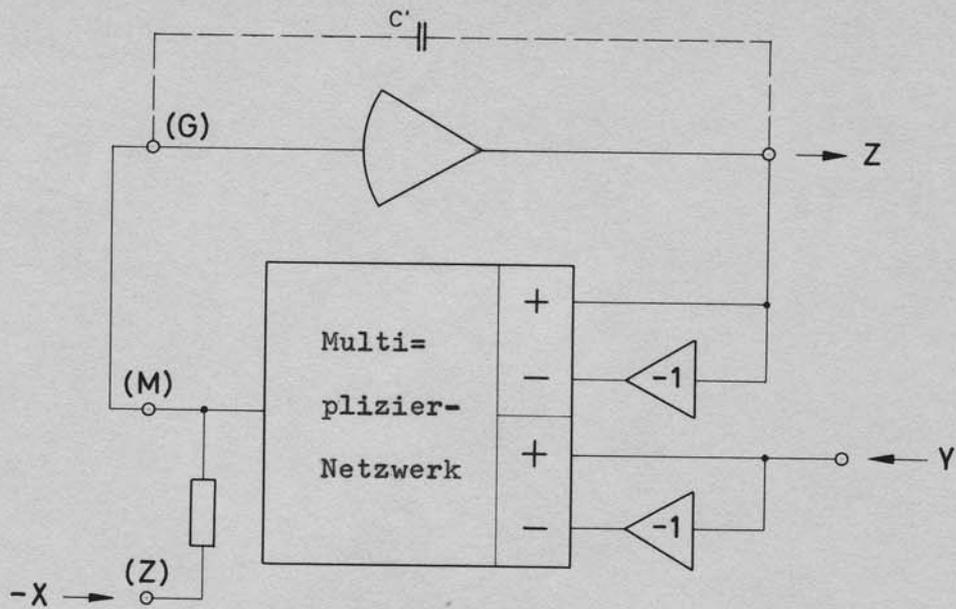


Bild 3: Integrator-Speicherschaltung

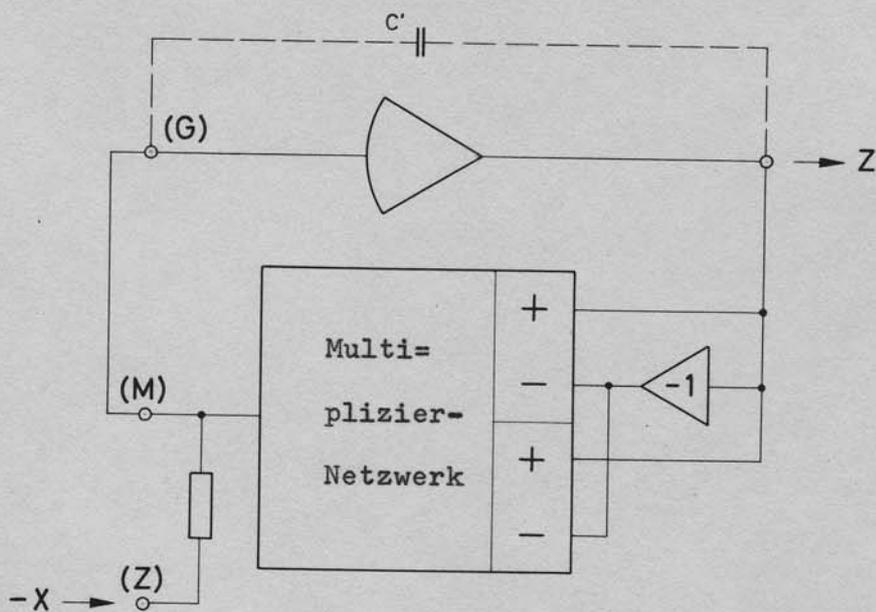
Steuerleitung p nur geerdet bei gedrückter Taste "Anf!"
Steuerleitung s nur geerdet im Betriebszustand "Halten"



$$Z = \frac{X}{Y} ; \quad Z \cdot Y - X = 0 ; \quad \left| \frac{X}{Y} \right| \leq 1 ;$$

Y darf nicht durch Null gehen.

Bild 4: Divisionsschaltung



$$Z = \sqrt{X} ; \quad Z^2 - X = 0$$

Bild 5: Wurzelbildung

C' = Stabilisierungskondensator