

Versuchsbeschreibung

Erzeugung einer Sägezahnspannung

Allgemeines

Für das Arbeiten mit einem Analogrechner wird häufig eine zeitproportionale Spannung benötigt. Sie dient vor allem dazu, einen X-Y-Schreiber in X-Richtung anzusteuern und so eine zeitproportionale Darstellung der Vorgänge zu ermöglichen. Sie kann aber auch als vom höchsten negativen Wert bis zum höchsten positiven Wert veränderliche Spannung dienen, wenn die Spannungsveränderung nicht von Hand, sondern automatisch erfolgen soll. Auf diese Weise kann man das Verhalten einer Rechenschaltung bei sonst unveränderten Verhältnissen studieren.

1. Aufgabe

Es ist die für diesen Zweck auf Platte 38503 befindliche Schaltung des Integrierers I 4 zu erproben.

Für lange Zeiten, d.h. geringe Geschwindigkeiten ist dabei eine Ablesung der Ausgangsspannung mit Hilfe der Stoppuhr durchzuführen. Für höhere Geschwindigkeiten ist ein Oszillograph zu verwenden.

Man prüfe die Ausgangsspannungen in den 5 Stellungen des Schalters für die Ablaufzeit (auf Platte 38305 einstellbar) und zwar jeweils bei der Anfangsstellung des Feinstellers.

2. Schaltungsbeschreibung

Die Schaltung ist vollständig im Integrierer I 4 enthalten. Man erhält die Sägezahnspannung durch Integration eines Spannungssprunges.

Der Spannungssprung wird über die Platte 38509 "Bedienung und Steuerung" erreicht. Man schaltet den dort befindlichen Schalter zunächst auf "Einstellen" (Anfangswerte). Der Anfangswert ist, wie man aus der Schaltung Bild 1 erkennt, durch die Referenzspannung $U_{ref} = +10 \text{ V}$ gegeben. Der Integrator I 4 wirkt jetzt nur als Verstärker 1 : 1. Die Ausgangsspannung entspricht der Eingangsspannung, jedoch negiert, d.h. am Punkt f werden -10 V zu messen sein.

Die Relaiskontakte sind in Bild 1 in Ruhestellung dargestellt. (Beide Relais G und H sind unter Strom, d.h. die beiden Kontakte G und H. haben umgeschaltet!)

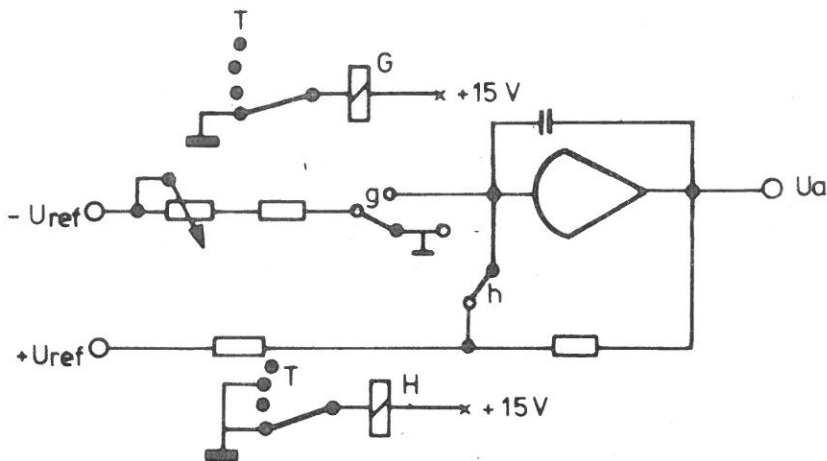


Bild 1:
Schaltung Einstellen
Relaiskontakte in
Arbeitstellung
gezeichnet

3. Geräte

1 Stromversorgung	Typ 36013
1 Integrierer	Typ 38503
1 Programmierfeld	Typ 38506
1 Bedienung und Steuerung	Typ 38509

4. Versuchsdurchführung

- 4.1 Messen Sie die Spannung am Ausgang des Integrierers I 4 in der in Bild 1 dargestellten Stellung des Steuerschalters:

$$U_a = \dots \text{ V}$$

- 4.2 Stellen Sie den Zeitschalter auf Platte 38305 bei I 4 in die Stellung $T = 40 \text{ s}$ und den Feinsteller auf 0.

Schalten Sie den Schalter auf der Steuerplatte 38509 auf "Rechnen".

Messen Sie bei dieser Stellung des Zeitschalters in Abständen von 10 Sekunden die Spannung U_a an f und tragen Sie diese Meßspannungen in eine Reihe der Tabelle 1 ein. Der letzte Wert kann abgelesen werden, wenn man den Schalter auf der Steuerplatte auf "Pause" stellt (Nur Relais G ist unter Strom.)

4.3 Stellen Sie den Schalter wieder auf "Einstellen".
 Wiederholen Sie die Messung mit den verschiedenen
 Zeiten $T = 20, 10, 5$ s des Zeitschalters, und tragen
 Sie die Werte ebenfalls in die Tabelle ein.

T	S					
t	s	0	10	20	30	40
	V					

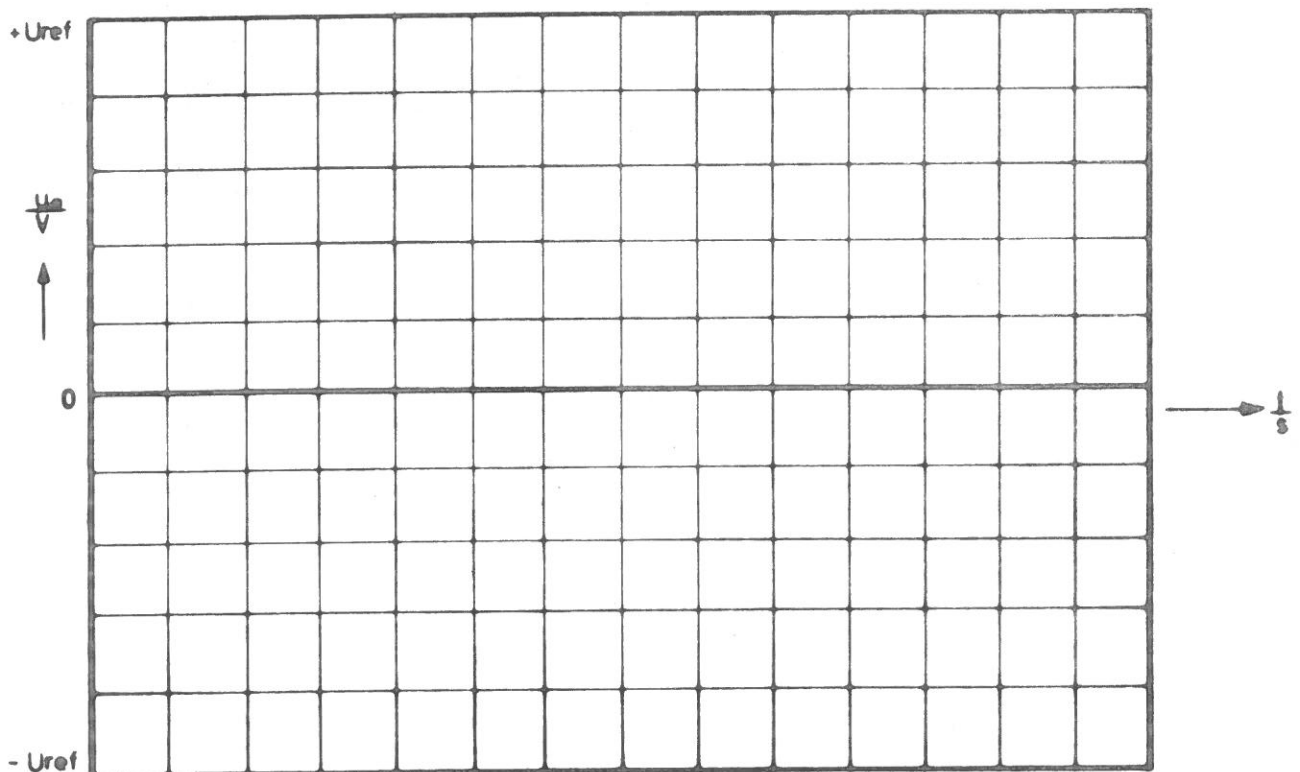
T	S						
t	s	0	2	4	6	8	10
	V						

T	S					
t	s	0	5	10	15	20
	V					

T	S						
t	s	0	1	2	3	4	5
	V						

4.4. Zeichnen Sie die aus der Tabelle gewonnenen Werte von
 Zeiten und Spannungen in ein Diagramm, (Bild 2) sodaß
 man die Funktion des Zeitgebers erkennen kann. (Ver-
 schiedene Maßstäbe wählen).

Bild 2: Diagramm der zeitabhängigen Spannungen



4.5 Messung mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen:

Die Blockschaltung für den Anschluß des Oszillografen ist nachstehend in Bild 3 dargestellt. Da, wie man in den vorhergehenden Versuchen gesehen hat, bei einer Spannungen von -10 V gestartet wird, muß die Triggeranregung im Oszillografen entsprechend eingestellt werden. Die Zeitlinie muß also bei -10 V starten. Der Zeitmaßstab ist entsprechend einer Zeitkonstante von $0,1\text{ s}$ einzustellen. Man wähle für den ersten Versuch einen Zeitmaßstab von 10 ms/cm .

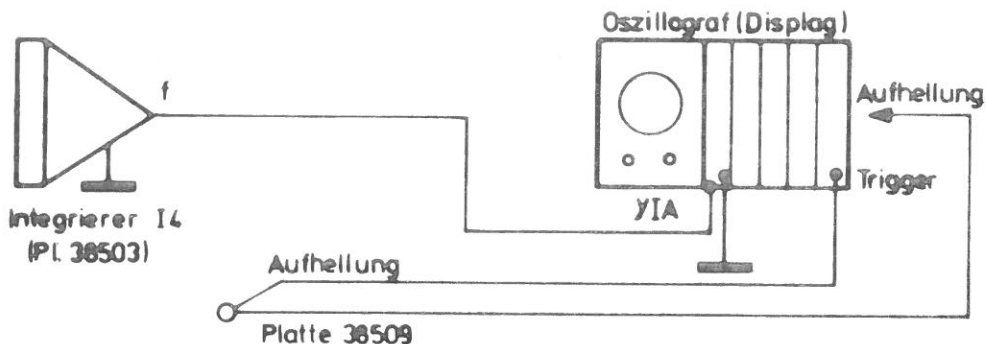


Bild 3 Blockschaltung der Zeitmessung mit dem Elektronenstrahl-Oszillografen

Im Rechner ist auch eine Möglichkeit gegeben, eine Aufhellung des Bildes auf dem Leuchtschirm des Oszillografen durchzuführen. Am Oszillograf (Typ 2002, Rückseite) befindet sich eine mit Z bezeichnete Eingangsklemme. Auf der Steuerplatte Typ 38509 ist ebenfalls eine Buchse vorgesehen, an der der entsprechende Aufhellimpuls abgenommen werden kann (Bezeichnung "Oszillograf, Aufhellung").

Da dieser Impuls ein Rechteckimpuls ist, kann die Triggerung der Zeitablenkung des Oszillografen gegebenenfalls auch von hier aus extern erfolgen, weil die Steuerung durch die Meßspannung - hier Sägezahnspannung - evtl. insbesondere bei geringen Anstiegsgeschwindigkeiten Schwierigkeiten bereitet.

Um ein stehendes Bild auf dem Leuchtschirm des Oszillografen zu erhalten, muß hier bei der Stellung "Automatisch" des Schalters auf Platte 38509 gearbeitet werden.

Versuchsschreibung

Die Erzeugung eines Z-Sprunges

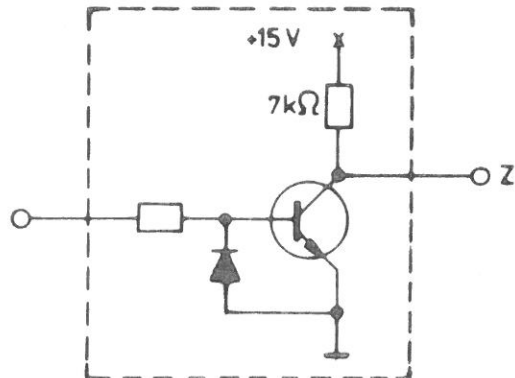
Allgemeines

Der Z-Sprung ist vor allem vorgesehen, um bei Aufgaben aus der Regelungstechnik eine Störfunktion eingeben zu können. Die Anforderungen sind

- 1) plötzlicher Anstieg auf eine einstellbare Höhe (Amplitude), und zwar von Null beginnend,
- 2) Kenntnis des Zeitpunktes des Eintritts der Störung während des Rechenablaufs.

Um diese Aufgabe durchführen zu können, ist auf der Platte Typ 38504 (Summierer II) eine besondere Schaltung mit einem Transistor vorgesehen (in Bild 1 dargestellt). Sie hat die Eigenschaft, am Ausgang solange kein Signal abzugeben bzw. Massenpotential zu halten, bis am Eingang eine positive Spannung anliegt. Wenn Massepotential am Eingang erreicht wird, und ein Sprunganstieg angelegt wird, so springt das Ausgangspotential auf $-15V$.

Bild 1: Schaltung der Ausgangsstufe für den Spannungssprung (Z-Sprung)



Die Ausgangsklemme ist mit Z bezeichnet. Sie ist auch zum Programmierfeld (Platte 38506) geführt.

= Achtung: Diese Klemme Z nicht mit entsprechend bezeichneten Klemmen an Oszilloskopfen verwechseln! =

Die Erzeugung des Spannungssprunges

Für die Erzeugung eines Spannungssprunges verwendet man einen Operationsverstärker in "offener Schaltung", d.h. ohne die Verwendung eines Gegenkopplungswiderstandes. Schaltet man an zwei summierende Eingänge Spannungen, die summiert werden, so geschieht wegen der fast unendlich hohen Verstärkung folgendes:

Dann und nur dann, wenn beide Eingangsspannungen nahezu gleich, aber entgegengesetzt sind, d.h. also am Eingang kein Potential

gegen Masse herrscht, wirkt der Verstärker. Ist das Eingangspotential negativ gegen Masse, so liegt das Ausgangspotential auf dem Potential der Betriebsspannung (+ 15 V), wird es positiv gegen Masse, ist das Ausgangspotential auf der negativen Betriebsspannung, also auf -15 V. Nur in dem Augenblick, in welchem die genannte Spannungsgleichheit (positiv und negativer Wert ergeben Null) herrscht, tritt also der "Sprung" ein. Legt man an den Eingang also eine Spannung, die vom größten negativen Wert über Massepotential hinweg auf einen immer größeren Wert ansteigt, so tritt bei Massepotential der "Sprung" ein. Dieser Sprung ist von +15 V auf -15 V, also negativ, bei dem geschilderten Anstieg der Eingangsspannung von negativen auf positive Werte.

Als zeitlich veränderliche Spannung bietet sich hier die Sägezahnspannung an, deren Erzeugung über den speziellen Integrator bereits beschrieben wurde.

Nun soll der "Sprung" nicht nur bei Massepotential d.h. beim Anlegen einer Sägezahnspannung erst dann eintreten, wenn diese Masse erreicht, sondern zu einem beliebigen Zeitpunkt. Man muß dem Summierer also eine zweite einstellbare Spannung zuführen, die man einem Potentiometer entnehmen kann. Liegt z.B. diese zweite Spannung auf -10 V, so wird der Sprung gleich zu Beginn eintreten, wenn die Sägezahnspannung bei -10 V beginnt. (Entspricht der Anfangsbedingung!). Man kann das Potential beliebig bis +10 V verschieben und so den Sprung zu jedem gewünschten Zeitpunkt, bezogen auf den zeitproportionalen Verlauf der Sägezahnspannung erreichen. Das zeitliche Verhältnis, gemessen über die Dauer eines Rechenvorganges bleibt auf diese Weise für alle eingestellten Zeitkonstanten bestehen.

Das Prinzip der Zusammenschaltung eines Integrierers mit einem Summierer in offenem Zustand als Komparator (Vergleicher) und der Ausgangsstufe, nach obiger Beschreibung, ist in Bild 2 dargestellt.

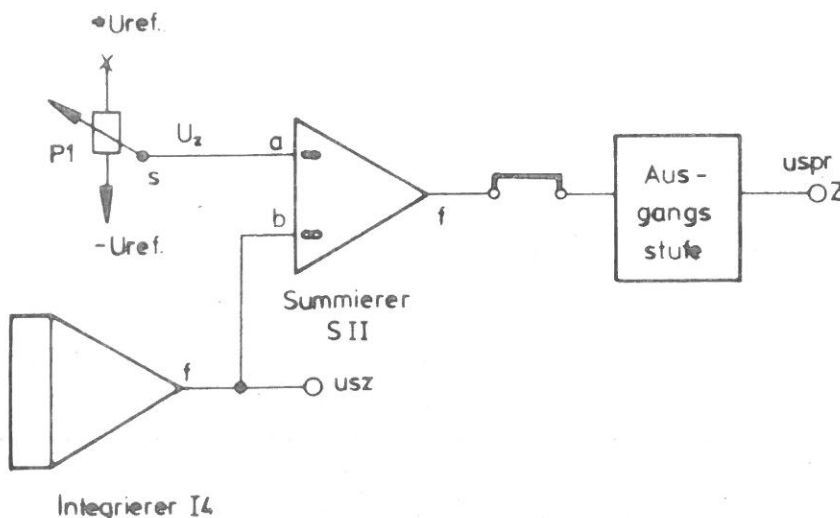


Bild 2: Erzeugung eines Spannungssprunges

Zur besseren Übersicht der Wirkungsweise sind die Potentialverhältnisse in Bild 3 zusammengestellt. Diese können bei Lösung der weiter unten gestellten Aufgabe sehr gut demonstriert werden.

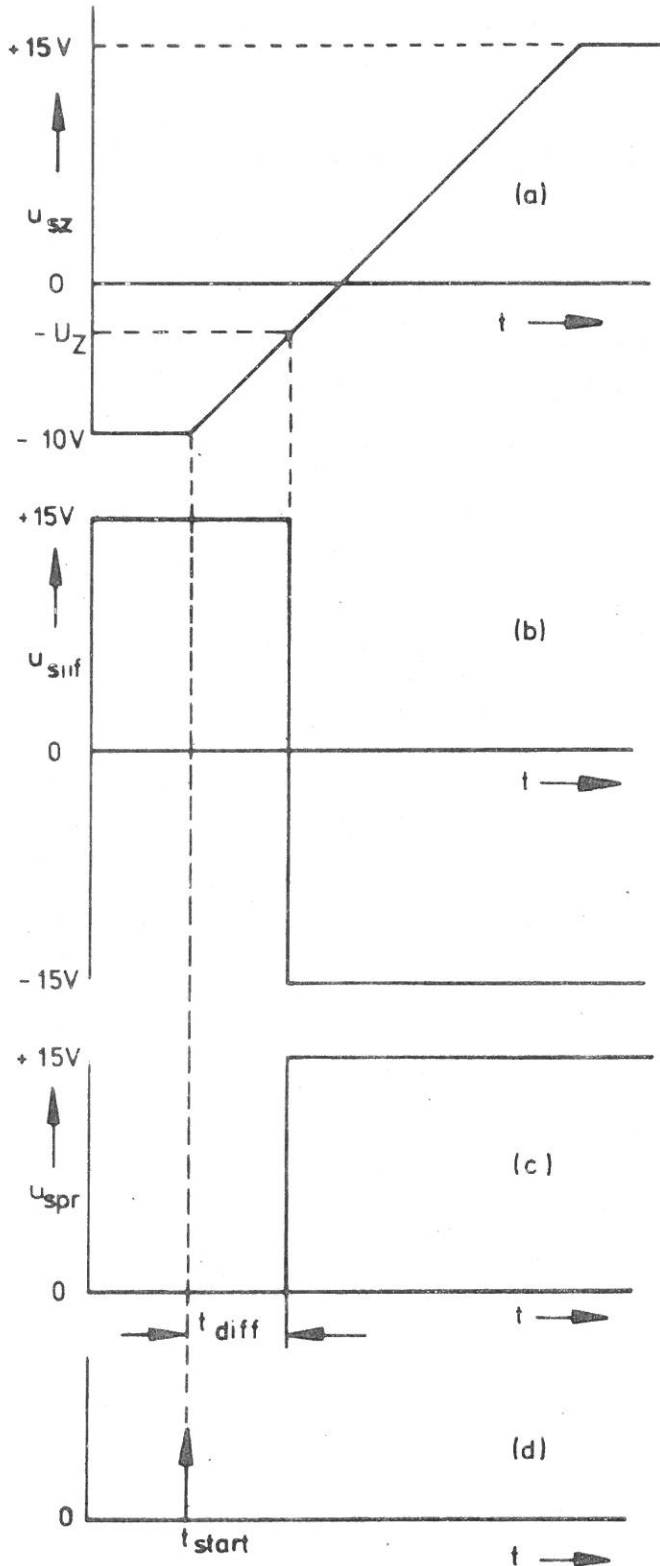


Bild 3 Impulsplan

Nebenstehendes Bild zeigt den Verlauf der verschiedenen Spannungen. Man erkennt in der Achse (d) den Start der Zeitablenkung im Zeitpunkt t_{start} .

Bei (a) läuft dann der von $-10V$ beginnende Spannungsverlauf (Sägezahn) los. Er trifft am Potential $-U_Z$ die gewünschte Spannung, die den Sprung auslösen soll (Zeitverzögerung). Die Wirkung geht in der Schaltung von $+U_Z$ aus.

Bei (b) ist der Spannungsverlauf am Ausgang des Summierers dargestellt.

In (c) wird der Spannungssprung gezeigt, der in die Rechenschaltung abgegeben wird.

1. Aufgabe

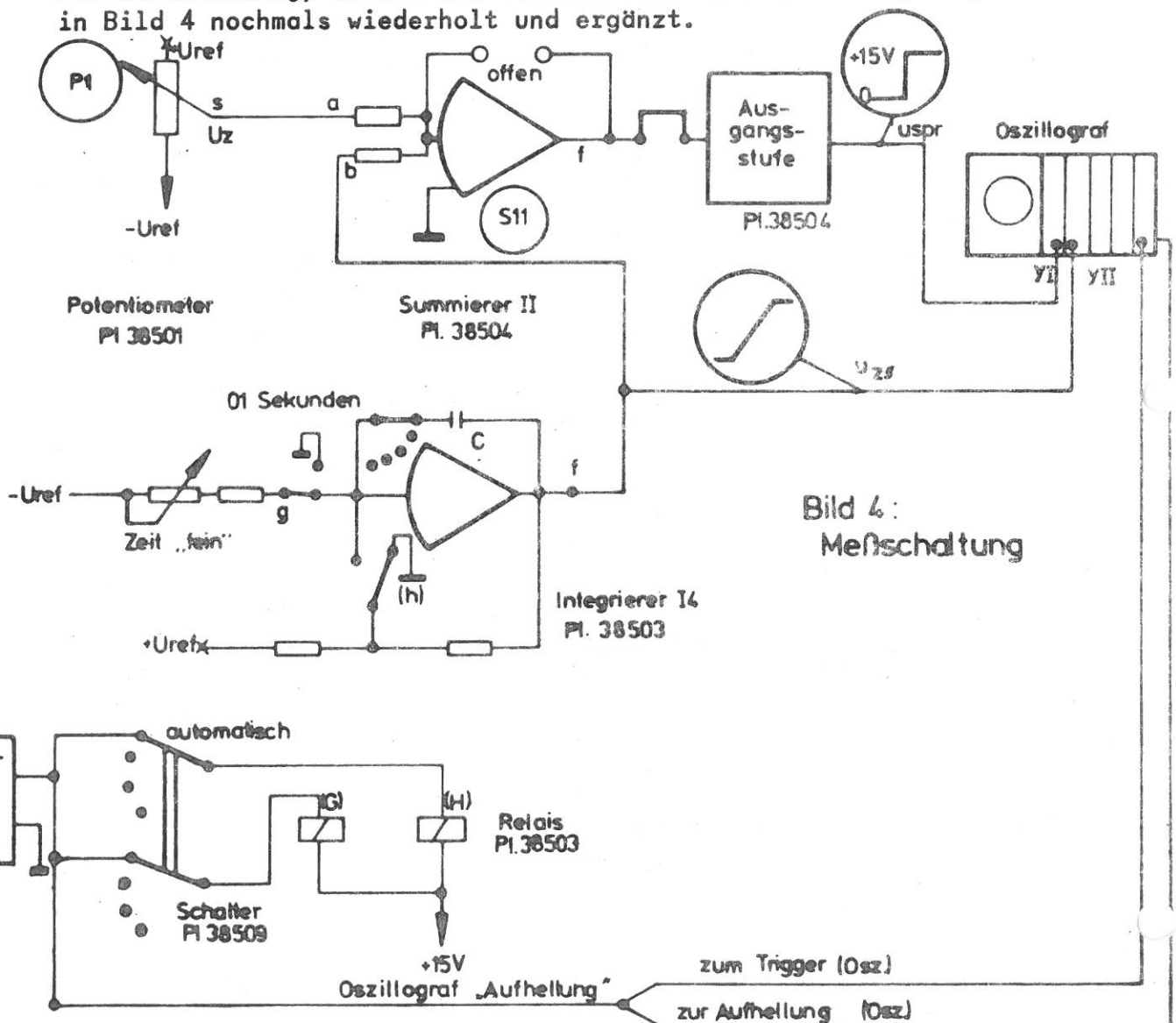
Der Spannungssprung, der am Ausgang der Schaltstufe auftritt, ist auf dem Leuchtschirm eines Oszillografen darzustellen. Die Zeitlinie ist ebenfalls auf dem Oszillografen zu erzeugen, wobei die im Oszillografen eingebaute Zeitablenkung zum Zeitpunkt t_{start} laufen soll.

Die Zeitkonstante des Integrierers ist dabei auf 0,1 s zu stellen.

Der Versuch ist im "automatischen Betrieb" durchzuführen, um auf dem Oszillografen ein stehendes Bild zu erhalten. Mit Hilfe eines Potentialmeters ist die "Vergleichsspannung" U_Z zu verändern, und somit auf dem Leuchtschirm die Verschiebung des Spannungssprungs zu zeigen, die sich bei Veränderung der Spannung U_Z im Bereich von -10 bis +10 V ergibt.

2. Meßschaltung

Die Meßschaltung, soweit sie für das Verständnis wichtig ist, ist in Bild 4 nochmals wiederholt und ergänzt.



3. Geräte

1 Stromversorgung	Typ 36013
1 Potentiometer	Typ 38501
1 Integrierer	Typ 38503
1 Summierer II	Typ 38504
1 Programmierfeld	Typ 38506
1 Bedienung und Steuerung	Typ 38509
1 Oszilloscop für 2 Vorgänge	Typ 2002

4. Versuchsdurchführung

4.1 Aufbau der Meßschaltung

Beim Aufbau der Meßschaltung geht man nach Bild 4 vor. Auf der Platte Programmierfeld 38506 sind folgende Verbindungen herzustellen:

P 1 s ... S 11 a

I 4 f ... S 11 b

Auf der Platte Integrierer (38503) ist der Schalter für die Zeit auf 0,1 zu stellen, der Feinsteller ist am linken Anschlag.

Auf der Platte Summierer II (38504) ist der Ausgang f durch einen Verbindungsstecker mit der Z-Stufe zu verbinden.

P 1 auf Platte 38501 auf + U_{ref} stellen.

Man arbeitet im Betrieb "Automatisch". Der Multivibrator schaltet dann abwechselnd beide Relais (G) und (H) auf die Platte Integrierer (38503). Er stellt somit die beiden Zustände "Anfangsbedingung" (30 ms) und "Rechnen" (70 ms) her. Das geschieht periodisch.

Gleichzeitig mit dem Übergang von "Anfangsstellung" auf "Messen" wird der Oszillograf getriggert und aufgehellt. Die entsprechenden Verbindungen sind von der Klemme "Oszillograf, Aufhellung" (auf Platte 38509) zum Oszillografen herzustellen.

Für die Beobachtung sind besonders zwei Vorgänge interessant:

Y I am Oszillografen liegt an Z Sprungspannung von
Platte 38504 oder
Programmierfeld

Y II am Oszillografen liegt an der zeitproportionalen
Spannung u_{sz} am Ausgang I 4 f im Programmierfeld.

Die entsprechenden Masseverbindungen zwischen Rechner und Oszillograf sind nicht zu vergessen. Sie werden der Übersichtlichkeit halber von einer schwarzen Masseklemme des Rechners aus hergestellt.

4.2 Hat man die Vorbereitungen nach 4.1 getroffen, so stellt man den Schalter auf Platte 38509 auf "Automatisch". Nach den entsprechenden Einstellungen am Oszillografen muß dann das Zweistrahl-Oszillogramm sichtbar sein.

Man verändere jetzt am Potentiometer P 1 auf Platte 38501 das Potential und beobachte die Verschiebung des "Sprungs" gegenüber dem Start der Sägezahnspannung.

Versuchsbeschreibung

Bildung von Faktoren

Allgemeines

Die Schaltungen der Operationsverstärker im Analogrechner sind so bemessen, daß sie nur mit ganzzahligen Faktoren geschaltet werden können. Um beliebige Faktoren einstellen zu können, benötigt man zusätzliche Potentiometer. Da diese Potentiometer einen Koeffizienten zu einer Größe bilden, in diesem Falle der Spannung, nennt man sie auch "Koeffizienten-Potentiometer."

Im Rechner besteht einmal die Möglichkeit, Potentiometer beliebig mit beiden Enden an Spannungen zu schalten (Fall a). Andere werden einseitig fest an Masse gelegt (Fall b) oder an einem Ende mit der positiven an dem anderen Ende mit der negativen Referenzspannung fest verbunden (Fall c).

Diese drei Schaltungsmöglichkeiten sind in Bild 1 dargestellt. Da man den Koeffizienten mit L bezeichnet, hat man vereinfachte Symbole nach Bild 2 eingeführt, die ebenfalls für die drei Schaltungsarten angegeben sind.

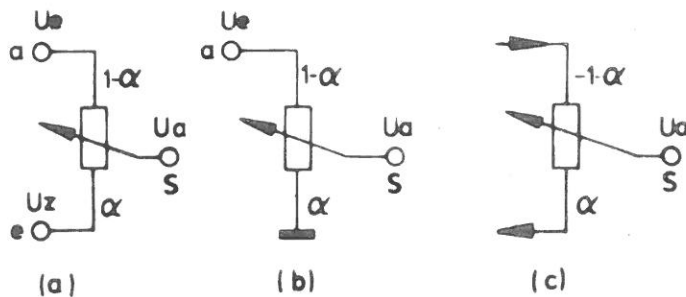


Bild 1

Schaltungsmöglichkeiten von Potentiometern.

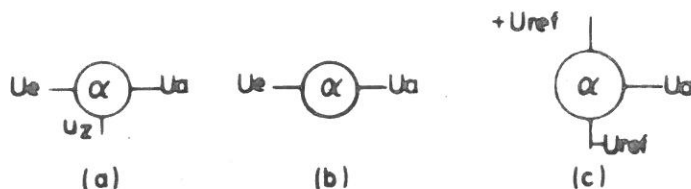


Bild 2

Symbolik der drei Schaltungsmöglichkeiten von Potentiometern. (Man achte darauf, daß u_a jeweils rechts liegt.)

In nachstehender Tabelle sind die auf Platte 38501 vorhandenen Potentiometer mit ihren Kennzeichnungen zusammengestellt.

Pot. Nr.	Anfang	Ende	Abgriff
P1 ... P3	+ u_{ref}	- u_{ref}	an s (u_a)
P 4 ... P9	an a (u_e)	an Masse	an s (u_a)
P10 ... P15	an a (u_e)	an (u_z)	an s (u_a)

Tabelle der Potentiometer und ihrer Anschlüsse.

Alle Potentiometer haben folgende Werte (Angaben des Herstellers)

Widerstand : $2 \text{ k}\Omega \pm 3 \%$

Linearität : $\pm 0,25 \%$

Man wird für die Lösung der Aufgabe jeweils die hierfür zweckmäßigsten Potentiometer wählen. Bei den Potentiometern P 1 bis P 3 achte man darauf, daß 20 Volt am gesamten Potentiometer liegen. Man erhält hier positive und negative Werte je nach Stellung des Potentiometers.

Die Ausgangsspannung u_a ergibt bei den 3 Arten der Schaltung verschiedene Werte, und zwar:

$$P1 \dots P3 : \quad u_a = \alpha \cdot u_{ref} + (1-\alpha) \cdot (-u_{ref}) = (2\alpha - 1) \cdot u_{ref} \quad x)$$

$$P4 \dots P9 : \quad u_a = \alpha \cdot u_e$$

$$P10 \dots P15 : \quad u_a = u_e + (1-\alpha) u_z$$

Daraus ergibt sich für die fest geschalteten Potentiometer P1 bis P3: bei $\alpha = 1$ ein $u_a = 2 u_{ref}$ (bezogen auf $-u_{ref}$), bei $\alpha = 0,5$ ein $u_a = 0$ und bei $\alpha = 0$ ist $u_a = -u_{ref}$ bezogen auf Masse.

Der Koeffizient α kann zwischen 0 und 1 liegen. Wenn ein genauer Spannungswert eingestellt werden soll, so muß berücksichtigt werden, daß der Schleifer am Eingang des nächsten Bausteines z.B. eines Rechen-Verstärkers liegt und somit etwas belastet wird. Deshalb sind genaue Spannungseinstellungen immer erst nach Aufbau der Schaltung vorzunehmen, wenn die Belastung bereits angelegt ist. Für bestimmte Zwecke genügt eine Teilung einer Spannung nicht, sondern es wird zusätzlich eine Potentialverschiebung gefordert, was mit dem massefreien Potentiometern möglich ist.

x) Gegen Masse erhält man wahlweise Spannungen von + u_{ref} bis $-u_{ref}$

1. Aufgabe

Es soll nacheinander bei den drei Arten der Potentiometer die Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Eingangsspannung aufgenommen werden.

2. Meßschaltung

Die Meßschaltung für die drei Arten von Potentiometer zeigt Bild 3.

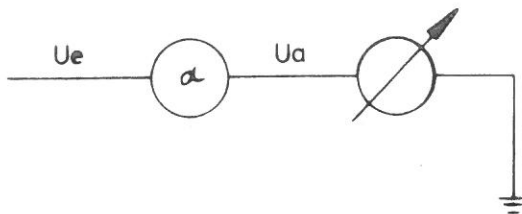


Bild 3 Meßschaltung

Digital-Spannungsmesser
(Achtung jeweils umpolen)

3. Geräte

1 Stromversorgung	Typ 36013
1 Potentiometer	Typ 38501
1 Programmierfeld	Typ 38506
1 Meßinstrument	Typ 38508
1 Bedienung und Steuerung	Typ 38509 (wegen der Referenzspannungen)

4. Versuchsdurchführung

- 4.1 Schalten Sie das Potentiometer P 1 mit dem Abgriff s auf dem Programmierfeld an den digitalen Spannungsmesser.

Messen Sie den Spannungsverlauf gegen Masse in Abhängigkeit von der Potentiometerstellung nach folgender Tabelle:

α	1	08	06	05	04	02	0	-
Ua								Volt

- 4.2 Schalten Sie das Potentiometer P 4 mit dem Punkt a an die Referenzspannung $+ U_{ref}$, und den Abgriff s an den digitalen Spannungsmesser.

Messen Sie den Spannungsverlauf gegen Masse in Abhängigkeit von der Potentiometerstellung nach folgender Tabelle:

α	1	08	06	05	04	02	0	-
Ua								Volt

- 4.3 Schalten Sie das Potentiometer P 10 mit dem Punkt a an die Referenzspannung $+ U_{ref}$ und den Punkt e an die Referenzspannung $- U_{ref}$, sowie den Abgriff s an den Spannungsmesser.

Messen Sie den Spannungsverlauf gegen Masse in Abhängigkeit von der Potentiometerstellung nach folgender Tabelle:

α	1	08	06	05	04	02	0	-
Ua								Volt

Versuchsbeschreibung

Summenbildung mit dem Analogrechner (I).

Allgemeines

Für die Summierung, d.h. Summenbildung im Analogrechner stehen Operationsverstärker zur Verfügung, deren Wirkungsweise als bekannt vorausgesetzt wird.

In dem für diesen Versuch zur Verfügung stehenden "Rechen-Trainer" befinden sich zwei Platten (38502 und 38504) mit je 6 Operationsverstärkern, die bereits als Summierer geschaltet sind. Während bei 8 Verstärkern mit je 5 Eingängen feste Verstärkungen vorgegeben sind, nämlich 3 Eingänge mit 1 : 1 und weitere zwei Eingänge mit 1 : 10 geben 4 Verstärker die Möglichkeit, die Verstärkung durch äußere Widerstände im Gegenkopplungszweig (R_o) zu verändern. Die Eingangswiderstände sind gleich groß, wie die bei den fest verdrahteten Verstärkern, so daß sich die Verstärkung, abgesehen vom dem gewählten Wert, bei drei Eingängen im Verhältnis zu den beiden anderen wie 1 : 10 verhält.

In Bild 1 ist ein solcher Verstärker im Prinzip mit den für die Verwendung wichtigsten Werten aufgezeichnet.

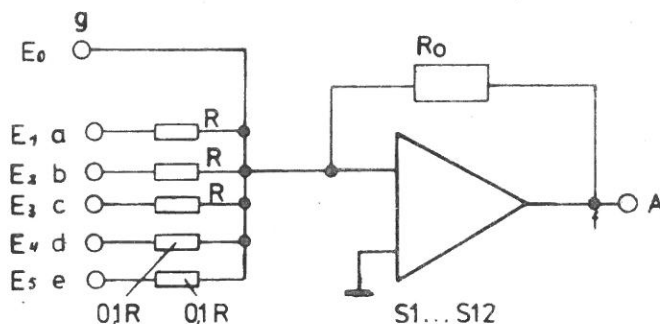


Bild 1: Äußere Schaltung der Summierer

Die Eingänge E_1 bis E_5 sind bei allen 12 Verstärkern mit den kleinen Buchstaben a bis e bezeichnet. Der Ausgang A hat die Bezeichnung f. Bei den Summierern mit variabler Verstärkung (S 5, S 6 auf Platte 38502 und S 11 und S 12 auf Platte 38504) ist noch der Eingang E_0 (g) am Summierpunkt zugänglich.

Da alle Summierer über die Bedieneinheit geschaltet werden, sind dort die entsprechenden Bezeichnungen gewählt, d.h. Kennzeichnung des gewählten Summierers mit S 1 bis S 12 und Kennzeichnung der Anschlüsse mit a bis g.

Theorie des Summeriers

Der Summerier setzt sich aus einem Rechen-Verstärker und einer äußeren Beschaltung zusammen. Der Rechen-Verstärker weist folgende charakteristischen Merkmale auf:

1. Er hat eine sehr hohe Eingangsimpedanz, was zur Folge hat, daß der in ihn hineinfließende Strom sehr klein ist, bzw. gleich Null gesetzt werden kann.
2. Er hat eine sehr hohe Verstärkung, sodaß für eine Volllaussteuerung immer nur eine sehr sehr kleine Aussteuergröße am Eingang vorhanden sein muß, d.h. der direkte Eingang (Summierpunkt) kann immer mit Null Volt betrachtet werden.
3. Er weist eine Phasenverschiebung von 180° zwischen der Ein- und Ausgangsspannung auf, d.h. die Polarität dreht sich um.
4. Er hat eine niedrige Ausgangsimpedanz.

Auf Grund dieser Merkmale gelten folgende vereinfachten Überlegungen (siehe Bild 2).

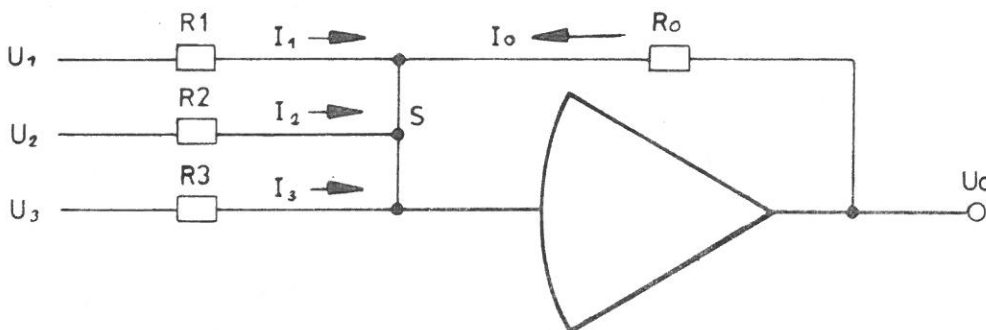


Bild 2 : Strom- und spannungsverlauf im Summerier

Die Summe der Ströme ergibt sich zu:

$$I_1 + I_2 + I_3 + I_o = 0$$

Da der Summierpunkt S spannungsmäßig auf Null liegt, ergibt sich:

$$U_o = -R_o \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} \right)$$

Die Ausgangsspannung ist also nur von den Eingangsspannungen und der äußeren Beschaltung des Rechen-Verstärkers abhängig. Die übrigen Werte des Rechen-Verstärkers haben keinen Einfluß. Wählt man für die Verstärkungsfaktoren einfache geradzahlige Werte, so hat man eine übersichtliche Anordnung und erreicht zudem eine größere Genauigkeit der Schaltung, da Präzisionswiderstände verwendet werden können.

1. Aufgabe

Eine Rechenschaltung für folgende Gleichung soll entworfen werden:

$$U_o = -(U_1 + 2 U_2 + 20 U_3)$$

Um diese Aufgabe zu lösen, muß man noch wissen, daß durch Parallelschalten von Eingängen andere Faktoren in der Verstärkung zu erzielen sind. Schaltet man beispielsweise zwei Eingänge mit jeweils die Faktor 1 parallel, so ergibt sich eine Verstärkung für diesen Summanden von 2. Auf dieser Art ist die Verstärkung herstellbar.

Man beachte, daß die Summierer also nichtgleichwertige Summanden enthalten, sondern einerseits durch die festen Faktoren gekennzeichnet sind, andererseits durch Parallelschaltung noch verändert werden können.

Es sei an dieser Stelle noch bemerkt, daß eine weitere Variation der Faktoren durch vorschaltbare Potentiometer, die sich auf einer besonderen Platte befinden, erzielt werden können.

Die gewünschten Eingangsspannung können entweder Gleichspannungen, entsprechend statischen Werten oder zeitlich veränderliche Spannungen sein.

Um den Versuch durchzuführen, muß man die geforderten Spannungen zur Verfügung stellen. Es soll ein Versuch mit Gleichspannungen durchgeführt werden.

Wichtig ist, daß die Verstärker nicht übersteuert werden dürfen, d.h. die Maschinenspannung von 10 Volt darf an keiner Stelle überschritten werden. Da auch die Ausgangsspannung nicht größer als 10 V sein darf, muß man die Eingangsspannungen entsprechend wählen.

Um aus der Referenzspannung für diesen Versuch "Rechen"-Spannungen zu erhalten (die man natürlich jederzeit auch äußeren Quellen entnehmen könnte), muß eine Spannungsteilung vorgenommen werden.

Es ist die Aufgabe, hierfür Potentiometer von der Platte 38501 zu verwenden. Jeder der drei Spannungen U_1 , U_2 und U_3 soll also ein Potentiometer zugeordnet werden. Die Potentiometer geben in jedem Fall eine Teilspannung der Maschinen- oder Referenzspannung ab, die man mit griechischen Buchstaben bezeichnet.

2. Meßschaltung

Die Gesamtschaltung aus der Aufgabenstellung heraus ist in Bild 3 dargestellt. Dabei sind die zu wählenden Potentiometer und Summierer der Einfachheit halber angegeben. Gemessen werden die Spannungen mit dem Analog- oder Digitalmesser Platte 38508, von dem aus die jeweils gewünschten Meßverbindungen zu dem Programmierfeld herzustellen sind.

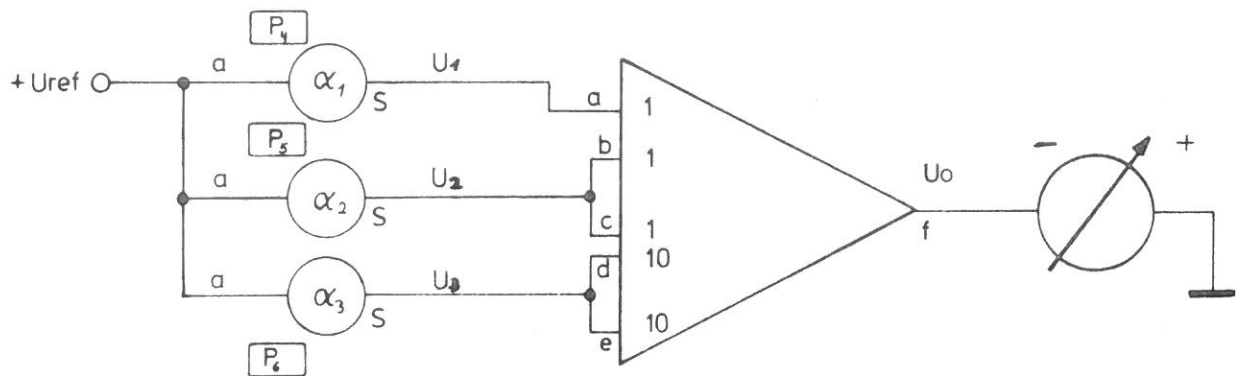


Bild 3: Zusammenschaltung gemäß der Aufgabenstellung

3. Geräte

Vom Rechner sind erforderlich die Platten:

1 Stromversorgung	Typ 36013
1 Potentiometer	Typ 38501
1 Summierer I	Typ 38502
1 Programmierfeld	Typ 38506
1 Meßinstrument	Typ 38508
1 Bedienung und Steuerung	Typ 38509

4. Versuchsdurchführung

4.1 Schaltung

Nach Bild 3 ist die Zusammenschaltung auf dem Programmierfeld vorzunehmen. Von der Referenzspannung werden die Meßspannungen abgenommen und in den Potentiometern geteilt. Die Teilspannungen werden den zum Teil parallel zu schaltenden Eingängen des Summierers zugeführt. Der Ausgang des Summierers wird für den negativen

Pol des Analogmessers bereitgehalten.
 Der Analogmesser wird zunächst für die Überprüfung der Teilspannungen bereitgehalten. (Kleine Teilspannungen (unter 1 Volt) mißt man zweckmäßig mit dem Digitalmesser).

4.2 Ansatz für Spannungen

Um Übersteuerungen zu vermeiden, kann man zunächst folgende Spannungen annehmen:

$$U_1 = + 2 \text{ V}$$

$$U_2 = + 1 \text{ V}$$

$$U_3 = + 0,2 \text{ V}$$

4.3 Messung

Stellen Sie die geforderten Spannungen ein und kontrollieren Sie diese an den Eingangspunkten des Summierers einzeln nach. Messen Sie mit der Schaltung Bild 3 die Ausgangsspannung.

4.4 Wählen Sie weitere Spannungswerte, auch negative, für die Kontrolle der Rechenschaltung und tragen Sie diese nach folgendem Schema in eine Tabelle ein:

Nr.	U ₁	U ₂	U ₃	U _o
1				
2				
3				
4				
5				

Alle Spannungen
in Volt

Bemerkung: In der Schaltung auf dem Programmierfeld müssen im Falle negativer Spannungen die Stecker auf die negative Referenzspannung gesteckt werden.

Man kann auch Potentiometer verwenden, die zwischen positive und negative Referenzspannung gelegt werden, um die Aufgabe in ihren Werten ohne Umstecken variieren zu können.

