



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 250 193 A1

4(51) G 05 B 11/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 05 B / 291 605 0

(22) 24.06.86

(44) 30.09.87

(71) Technische Universität Dresden, Direktorat Forschung, 8027 Dresden, Mommsenstraße 13, DD

(72) Bartusch, Matthias, Dipl.-Ing.; Badelt, Wolfgang, Dr.-Ing.; Hauser, Siegfried, Dr.-Ing., DD

(54) Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer statischen Nichtlinearität

(57) Die Schaltungsanordnung ist insbesondere bei der elektronischen Simulation von Regelkreisen, in nichtlinearen Reglern zur Ansteuerung von Geräten mit Spannungseingang und in der Analogrechenetechnik einsetzbar. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine elektronische Schaltung für ein Zweipunktglied mit Hysterese zu realisieren, bei der die Parameter Ansprechschwelle, Hysterese und Ausgangsamplitude unabhängig voneinander und gut reproduzierbar einstellbar sind. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß an einen als Spannungskomparator beschalteten Operationsverstärker, an dessen Summationspunkt, eine Eingangsspannung, eine Hilfsspannung zum Verschieben der Ansprechschwelle und über einen Schalter eine Hilfsspannung zum Erzeugen der Hysterese angeschaltet ist. Zwischen dem Summationspunkt und der Eingangsspannung sowie den Hilfsspannungen ist jeweils ein Bewertungswiderstand angeordnet. Die Ausgangsspannung des Spannungskomparators ist die Steuerspannung für den Schalter und einen weiteren Schalter, der an den negativen Eingang eines invertierenden Verstärkers gekoppelt ist. Über einen Bewertungswiderstand wird eine Hilfsspannung zum Erzeugen einer Ausgangsamplitude an diesen Schalter und damit an den negativen Eingang des invertierenden Verstärkers geführt. Das Vorhandensein der Steuerspannung als logisches Signal für die Schalter am Ausgang des Spannungskomparators ist das Kriterium für eine Ausgangsspannung am Ausgang des invertierenden Verstärkers. Fig. 1

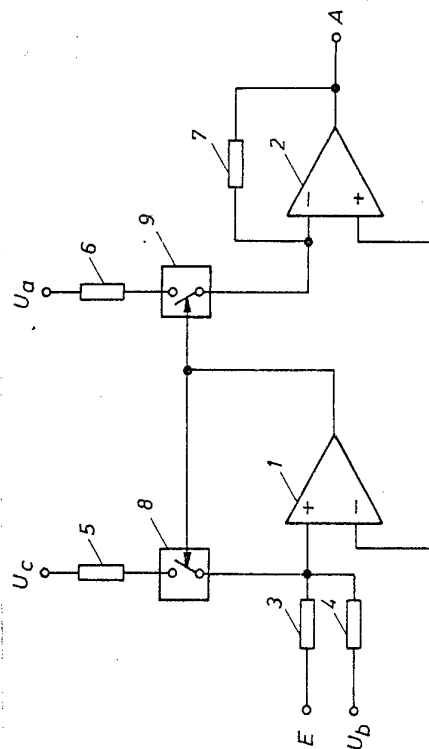


Fig. 1

Erfindungsanspruch:

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer statischen Nichtlinearität unter Verwendung von Operationsverstärkern und elektronischen Schaltern, **dadurch gekennzeichnet**, daß an einen als Spannungskomparator beschalteten Operationsverstärker, an dessen Summationspunkt, eine Eingangsspannung (E), eine Hilfsspannung (U_b) zum Verschieben der Ansprechschwelle und über einen Schalter (8) eine Hilfsspannung (U_c) zum Erzeugen der Hysterese angeschaltet sind, zwischen dem Summationspunkt und der Eingangsspannung (E), der Hilfsspannung (U_b) und der Hilfsspannung (U_c) jeweils ein Bewertungswiderstand (3, 4, 5) angeordnet ist, die Ausgangsspannung des Spannungskomparators die Steuerspannung für die Schalter (8, 9) ist, eine Hilfsspannung (U_a) zum Erzeugen einer Ausgangsamplitude über einen Bewertungswiderstand (6) und den Schalter (9) an den negativen Eingang eines invertierenden Verstärkers gelegt ist, wobei das Vorhandensein der Steuerspannung als logisches Signal für die Schalter (8, 9) am Ausgang des Spannungskomparators das Kriterium für eine Ausgangsspannung am Ausgang (A) des invertierenden Verstärkers ist.
2. Schaltungsanordnung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zusammenschaltung zweier Zweipunktglieder, deren gemeinsame Eingangsspannung über je einen Bewertungswiderstand, auf zwei antiparallel zueinander geschaltete Spannungskomparatoren geschaltet ist, beide Hilfsspannungen für die Erzeugung der Ausgangsamplitude über je einen Bewertungswiderstand und die entsprechenden Schalter auf den negativen Eingang eines gemeinsamen invertierenden Verstärkers geführt sind und so ein Dreipunktglied mit Hysterese entsteht.
3. Schaltungsanordnung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Schalter CMOS-Schalter eingesetzt sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer statischen Nichtlinearität, die eine analoge Eingangsspannung nach dem Funktionsverlauf einer Zweipunkt- bzw. Dreipunktkenlinie mit Hysterese in eine Ausgangsspannung umformt. Die Schaltungsanordnung ist insbesondere bei der elektronischen Simulation von Regelkreisen, in nichtlinearen Reglern, zur Ansteuerung von Geräten mit Spannungseingang und in der Analogrechen-technik einsetzbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zum Erzielen von Zweipunkt- oder Dreipunktkenlinien sind Komparatorschaltungen bekannt, bei denen das Prinzip der Rückkopplung der Ausgangsspannung genutzt wird. Wird die Ausgangsspannung direkt über eine Widerstandsbeschaltung rückgekoppelt, muß der Nachteil der Abhängigkeit der Ausgangsamplitude und der Hysterese von der Temperatur, der Betriebsspannung und der Exemplarstreuungen in Kauf genommen werden. Wird die Rückkopplung über vorgespannte Dioden realisiert, sind die Parameter genauer reproduzierbar, jedoch ist der schaltungstechnische Aufwand erheblich größer. Aus dem DD-WP 204324 ist eine Schaltung für einen Zweipunktregler bekannt, bei der ein Meßstrom über einen Meßwiderstand in eine proportionale Spannung umgesetzt wird, die ständig einem Komparator zugeführt wird, der zur Erzielung einer Hysterese über Widerstände mitgekoppelt ist. In W. Giloi/R. Lauber „Analogrechnen“, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg 1963, wird eine relativ aufwendige Lösung angegeben, die zum Erzielen einer Dreipunkthysterese eine Komparatorschaltung mit Mitkopplung über vorgespannte Dioden vorsieht, bei der die Parameter der erzielten Kennlinie jedoch nicht unabhängig voneinander stellbar sind. Im DD-WP 208876 wird ein Dreipunktregler beschrieben, bei dem eine tote Zone durch Festwiderstände zwischen 2 Komparatoren und die Hysterese durch Mitkopplung über Widerstände entsteht. Wie auch in der Schaltung aus DD-WP 204324 ist hier neben den bereits genannten Nachteilen eine Parameteränderung nur durch Beschaltungsänderungen möglich.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Schaltung für ein Zweipunktglied mit Hysterese zu realisieren, bei der die Ansprechschwelle, die Hysterese und die Ausgangsamplitude unabhängig voneinander einstellbar sind.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine elektronische Schaltung für ein Zweipunktglied mit Hysterese zu realisieren, bei der die Parameter Ansprechschwelle, Hysterese und Ausgangsamplitude unabhängig voneinander und gut reproduzierbar einstellbar sind. Eine Erweiterung auf ein Dreipunktglied mit Hysterese ist zu gewährleisten. Der technische Aufwand für die Schaltung soll möglichst gering sein. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß an einen als

Spannungskomparator beschalteten Operationsverstärker, an dessen Summationspunkt, eine Eingangsspannung, eine Hilfsspannung zum Verschieben der Ansprechschwelle und über einen Schalter eine Hilfsspannung zum Erzeugen der Hysterese angeschaltet ist. Zwischen dem Summationspunkt und der Eingangsspannung sowie den Hilfsspannungen ist jeweils ein Bewertungswiderstand angeordnet.

Die Ausgangsspannung des Spannungskomparators ist die Steuerspannung für den Schalter und einen weiteren Schalter, der an den negativen Eingang eines invertierenden Verstärkers gekoppelt ist. Über einen Bewertungswiderstand wird eine Hilfsspannung zum Erzeugen einer Ausgangsamplitude an diesen Schalter und damit an den negativen Eingang des invertierenden Verstärkers geführt. Das Vorhandensein der Steuerspannung als logisches Signal für die Schalter am Ausgang des Spannungskomparators ist das Kriterium für eine Ausgangsspannung am Ausgang des invertierenden Verstärkers.

Weiter besteht die Möglichkeit, durch die Zusammenschaltung von zwei Zweipunktgliedern, deren gemeinsame Eingangsspannung über je einen Bewertungswiderstand auf zwei antiparallel zueinander geschaltete Spannungskomparatoren geführt sind und deren beide Hilfsspannungen für die Erzeugung der Ausgangsamplitude über je einen Bewertungswiderstand und die entsprechenden Schalter auf den negativen Eingang eines gemeinsamen invertierenden Verstärkers geschaltet sind, ein Dreipunktglied mit Hysterese zu erzeugen.

Für die Realisierung der Schalter werden CMOS-Schalter eingesetzt.

Die Schalter arbeiten nach dem Prinzip der Widerstandsänderung, wobei der Schalterwiderstand im eingeschalteten Zustand geringer als die Bewertungswiderstände und der Schalterwiderstand im ausgeschalteten Zustand wenigstens um den Faktor 10^4 größer als die Bewertungswiderstände ist. Die Ansprechschwelle und die Hysterese kann separat über die Bewertungswiderstände am Spannungskomparator geändert werden. Die Ausgangsamplitude der Schaltungsanordnung ist über den Bewertungswiderstand am invertierenden Verstärker einstellbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Zweipunktkenlinie mit Hysterese

Fig. 2: Zweipunktkenlinie mit Hysterese

Im Ausführungsbeispiel (Fig. 1) wird der Komparator durch einen entsprechend beschalteten Operationsverstärker (1) gebildet. Die Komparatorausgangsspannung dient als Steuerspannung für die Schalter (8) und (9). Die Schalter sind H-aktiv. Es können vorteilhaft CMOS-Schaltkreise für die Schalter eingesetzt werden. Diese haben Übergangswiderstände von einigen 10 bis $10^3 \Omega$ im eingeschalteten Zustand und bis $10^{12} \Omega$ im ausgeschalteten Zustand. Für die Parameter ergeben sich einfache Verhältnisse, wenn die Schaltung so dimensioniert wird, daß die Summe von Bewertungswiderstand (5) und Übergangswiderstand von Schalter (8) im eingeschalteten Zustand gleich den Bewertungswiderständen (3) und (4) ist und die Summe von Bewertungswiderstand (6) und Übergangswiderstand von Schalter (9) im eingeschalteten Zustand gleich dem Rückführwiderstand (7) ist. Dadurch sind die Parameter Ausgangsamplitude, Ansprechschwelle und Hysterese betragsmäßig den Hilfsspannungen U_a , U_b bzw. U_c gleich. Am Summationspunkt des Komparators liegen bei Widerstand (3) die Eingangsspannung, über Widerstand (4) die Hilfsspannung U_b und über Widerstand (5) und Schalter (8) die Hilfsspannung U_c . Die Hilfsspannung U_a gelangt über Widerstand (6) und Schalter (9) auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers (2), der als Endstufe dient. Für $U_b = U_c = 0V$ und positive Eingangsspannung ist die Komparatorausgangsspannung die positive Sättigungsspannung des Operationsverstärkers (1) und H-Potential für die Schalter. Beide Schalter sind geschlossen und am Ausgang A liegt die mit U_a einstellbare und dem Faktor $v = -1$ verstärkte Ausgangsamplitude. Wird eine Spannung U_b angelegt, so wird damit die Ansprechschwelle verschoben. Bei $U_b = -1V$ liegt die Ausgangsamplitude erst an, wenn am Eingang E $+1V$ überschritten wird. Wird außerdem eine positive Spannung U_c angelegt, so schaltet der Komparator beim Überschreiten der Ansprechschwelle von L auf H, beide Schalter schließen und die Ausgangsamplitude liegt an. Durch das Schließen von Schalter (8) ändert sich die Vorspannung am Komparatoreingang, und der Komparatorausgang liegt solange auf H, bis die Eingangsspannung wieder kleiner ist als $-(U_b + U_c)$. Eben solange liegt die Ausgangsamplitude an. Ist der Komparatorausgang auf L, sind beide Schalter geöffnet, und die Ausgangsamplitude ist 0 . Damit ergibt sich die Zweipunktkenlinie mit Hysterese nach Fig. 2. Die notwendige statische Genauigkeit und Reproduzierbarkeit wird durch die Verwendung von hochstabilisierten Spannungen für U_a , U_b und U_c erreicht. Für eine Dreipunktkenlinie mit Hysterese ist die Eingangsspannung über je einen Bewertungswiderstand auf einen nichtinvertierenden und einen invertierenden Komparator zu schalten und der entstandene zweite Schaltungszweig ebenfalls auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers (2) zu legen. Weiterhin ist durch Verwendung verschiedener Kombinationen von invertierenden und nichtinvertierenden Komparatoren am Eingang die Möglichkeit des Einsatzes von L-aktiven Schaltern oder Kombination von L- und H-aktiven Schaltern gegeben.

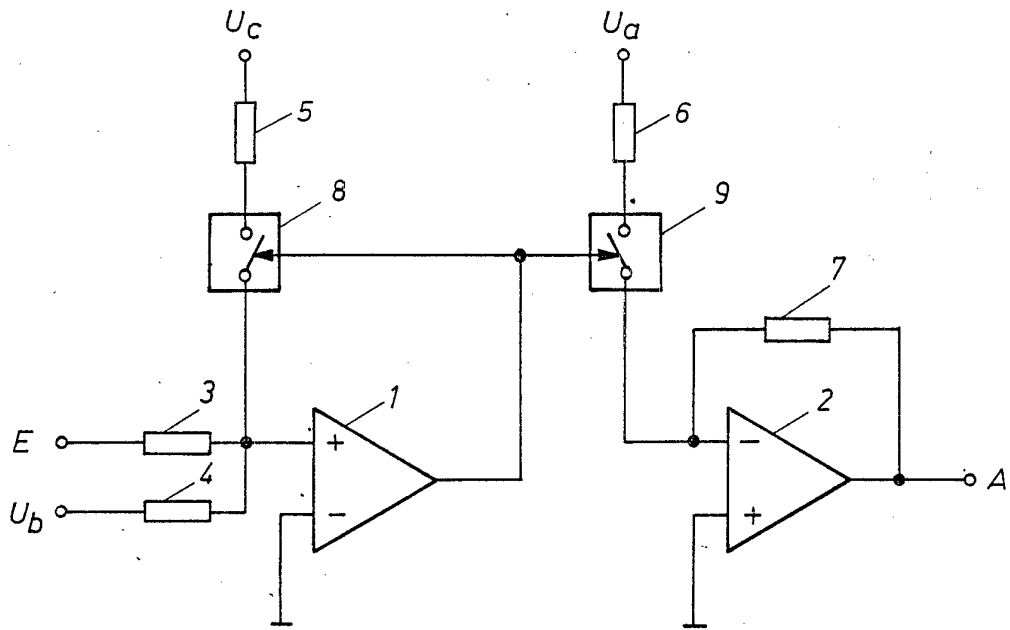


Fig. 1

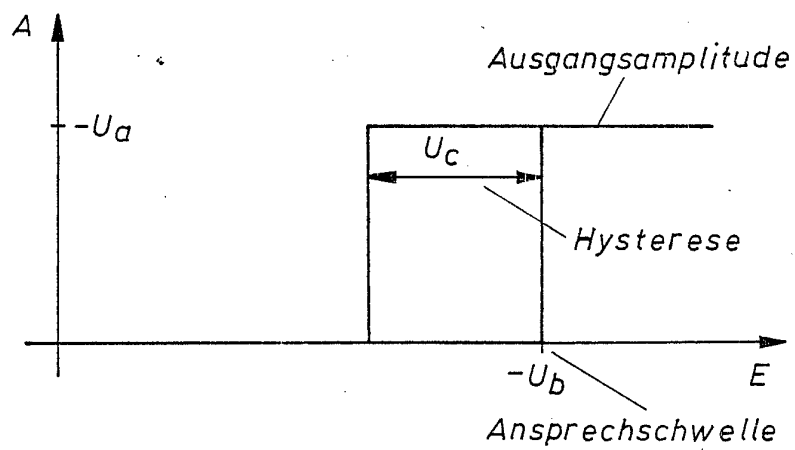


Fig. 2