

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 3422/87

(51) Int.Cl.⁵ : H03F 1/34
G06G 7/16

(22) Anmeldetag: 23.12.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.1990

(45) Ausgabetag: 27. 5.1991

(56) Entgegenhaltungen:

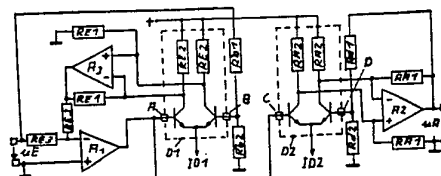
US-PS4586155

(73) Patentinhaber:

KÜNG MARTIN KARL
A-6706 BÜRS, VORARLBERG (AT).

(54) ELEKTRONISCHE MULTIPLIZIERSCHALTUNG

(57) Eine elektronische Multiplizierschaltung, bei der ein erster Differenzverstärker in die Gegenkopplung eines Eingangsverstärkers eingebracht ist, ein Eingang des ersten Differenzverstärkers mit einem Eingang eines zweiten Differenzverstärkers verbunden ist und die Kollektoren des zweiten Differenzverstärkers mit einem Ausgangsverstärker verbunden sind, weist theoretisch beste Voraussetzungen für eine ideale Multiplizierfunktion auf. Daß dies nur mit Einschränkungen gilt, hat den bei realen Transistoren vorhandenen Emitterbahnwiderstand als Ursache. Dieser bewirkt eine von der Größe der Steuerströme abhängige Gegenkopplung in den beiden Differenzverstärkern und dies bewirkt eine, mit zunehmender Abweichung der Steuerströme ansteigende Nichtlinearität. Die vorliegende Erfindung schafft hier Abhilfe, indem ein Teil der Ausgangsspannung (uA) auf den zweiten Eingang (D) des zweiten Differenzverstärkers (D2) und ein Teil der Eingangsspannung (uE) auf den zweiten Eingang (B) des ersten Differenzverstärkers (D1) gekoppelt wird. Zusätzliche Vorteile ergeben sich durch den in die Gegenkopplung des Eingangsverstärkers (A1) eingefügten Verstärker (A2).



Die Erfindung bezieht sich auf eine elektronische Multiplizierschaltung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches.

Ein großer Teil der heute verwendeten elektronischen Multiplizierschaltungen basieren im Prinzip auf der Funktion eines Differenzverstärkers mit zwei Transistoren, dessen Größe der Verstärkung theoretisch proportional der Summe der Kollektorströme ist (siehe TIETZE und SCHENK: HALBLEITERSCHALTUNGSTECHNIK, Springer Verlag 6. Auflage Abb. 4.41 "1"). Der offensichtlichste Nachteil dieser Schaltung ist die Nichtlinearität der Übertragungskennlinie (Abb. 4.44 in "1"). Diese Fehlerquelle kann behoben werden, wenn ein in die Gegenkopplung eines Verstärkers eingebrachter Differenzverstärker dazu verwendet wird, die Übertragungskennlinie eines zweiten, gleichartigen Differenzverstärkers zu kompensieren, indem der Eingang jenes zweiten Differenzverstärkers mit dem Eingang des ersten Differenzverstärkers parallelgeschaltet ist und das an den Kollektoren des zweiten Differenzverstärkers anliegende Signal mittels eines Ausgangsverstärkers aufbereitet wird. Diese Lösung wurde z. B. im LINEAR DATABOOK 1982 von NATIONAL SEMICONDUCTOR in Abschnitt 3 (Operationsverstärker) auf Seite 3-170 ("2") veröffentlicht. Bei einer nach "2" ausgeführten Schaltung ist die Nichtlinearität bereits sehr klein, allerdings nur, wenn entweder die Steuerströme für die beiden Differenzverstärker sehr klein gehalten werden oder die Steuerströme gleich groß sind (Als Steuerströme sind hier die jeweils durch die gemeinsamen Emitteranschlüsse abfließenden und damit die Verstärkung bestimmenden Ströme bezeichnet). Bei größer werdender Abweichung steigt bei höheren Werten für die Steuerströme die Nichtlinearität auf ein Vielfaches an. In der US-PS 4 586 155 ("3") schließlich wird eine gegenüber "2" erweiterte, bzw. für 4-Quadrantenmodulation erweiterte, Anordnung beschrieben. Auch für diese Schaltung gilt bezüglich der Größe der Steuerströme dasselbe, wie bereits in "2" erwähnt. Die Ursache für dieses Fehlverhalten wurde in "3" nicht erkannt und daher wurden auch dort keine Maßnahmen zur Beseitigung dieser Unzulänglichkeit getroffen.

Die Ursache für diesen störenden Effekt ist der bei realen Transistoren auftretende innere Widerstand im Emitter, der sogenannte Emitterbahnwiderstand (in der englischsprachigen Literatur als Emitter Bulk Resistance bezeichnet). Dieser Widerstand R-Eb wirkt im Prinzip wie ein Emitterwiderstand und bewirkt eine vom Produkt aus Steuerstrom mal R-Eb abhängige Gegenkopplung innerhalb der beiden Differenzverstärker aus "2" und damit davon abhängige Übertragungskennlinien. Dies bedeutet, daß sich die Übertragungskennlinien nur dann kompensieren, wenn das Produkt aus Steuerstrom mal R-Eb für beide Differenzverstärker aus "2" gleich groß ist. Andernfalls entsteht eine, von der Größe der Abweichung abhängige Nichtlinearität, die bei Wechselspannungen als Eingangssignal die Entstehung kubischer Verzerrungen bewirkt.

Nun geschieht die Kompensation einer unerwünschten Gegenkopplung logischerweise durch eine Mitkopplung mit gleicher Größe, womit das Wesentliche der vorliegenden Erfindung bereits angesprochen wäre.

Die Erfindung wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches beschrieben. Der Anmeldegegenstand wird durch die Fig. 1 näher erläutert. Es wird dort also mittels zweier Spannungsteiler, (Rb1, Rb2 und Rd1, Rd2), ein proportionaler Anteil des Eingangssignals (uE) auf den zweiten Eingang (B) des ersten Differenzverstärkers (D1) und ein proportionaler Anteil des Ausgangssignals (uA) auf den zweiten Eingang (D) des zweiten Differenzverstärkers (D2) gegeben. Beim zweiten Differenzverstärker erfolgt die Mitkopplung abhängig von der Größe des Ausgangssignals und damit vom Steuerstrom (ID2) über (A2), den zweiten Spannungsteiler (Rd1), (Rd2) und den Eingang (D) des Transistors (T4). Etwas anders sind die Verhältnisse beim ersten Differenzverstärker (D1): Dort steigt mit größer werdendem Steuerstrom (ID1) die Gegenkopplung über den Eingangsverstärker (A1) an, sodaß die Ausgangsspannung von (A1) bei gleichbleibendem Eingangssignal (uE) sinkt, das am Eingang (B) des zugehörigen Transistors anliegende Signal jedoch gleich bleibt und somit steigt auch beim Differenzverstärker (D1) das Signal am zweiten Eingang (B) relativ zum am Eingang (A) anliegenden Signal an, wenn (ID1) vergrößert wird. Es ist also für beide Differenzverstärker gewährleistet, daß die Größe der Kompensationsspannungen vom jeweiligen Steuerstrom (ID1) bzw. (ID2) abhängt. Da man auch annehmen kann, daß die Emitterbahnwiderstände weitgehend unabhängig von den Steuerströmen sind, kann bei richtiger Einstellung der beiden Spannungsteiler (Rb1, Rb2 und Rd1, Rd2), die durch den R-Eb verursachte und schädliche Gegenkopplung praktisch kompensiert werden.

Nicht erwähnt wurde bisher der gegenüber "2", zusätzlich in der Gegenkopplung des Verstärkers (A1) liegende Verstärker (A3). Dieser hat einerseits den Vorteil, die durch den Verstärker (A1) verursachte Phasenverschiebung bei hohen Frequenzen zu kompensieren, sodaß der Phasengang der ganzen Anordnung nach Fig. 1 praktisch nur noch vom Ausgangsverstärker (A2) bestimmt wird, da die Phasenverschiebung vom Differenzverstärker (D2) durch den ebenfalls in der Gegenkopplung des Eingangsverstärkers (A1) liegenden Differenzverstärker (D1) weitgehend aufgehoben wird. Weiters wird durch den Verstärker (A3) bewirkt, daß für eine Änderung der Eingangsempfindlichkeit, im Gegensatz zu einer nach "2" ausgeführten Schaltung, nur einer statt zweier Widerstände geändert werden muß.

PATENTANSPRUCH

5

10 Elektronische Multiplizierschaltung, bei der ein Eingangssignal an einen Eingangsverstärker gelegt wird, in dessen
Gegenkopplung ein erster Differenzverstärker angeordnet ist und ein Eingang des ersten Differenzverstärkers mit
einem Eingang eines zweiten Differenzverstärkers verbunden ist und die Kollektoren des ersten
Differenzverstärkers mit den Eingängen des Eingangsverstärkers und die Kollektoren des zweiten
Differenzverstärkers mit den Eingängen eines Ausgangsverstärkers verbunden sind, an dessen Ausgang ein
Ausgangssignal abgenommen wird und die Multiplikation mit einem Faktor durch Steuerung des Stromes in den
15 Emitterzweigen vorgenommen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ausgang des Eingangsverstärkers
(A1) mit den ersten Eingängen (A, C) des ersten und des zweiten Differenzverstärkers (D1, D2) verbunden
ist, daß ein proportionaler Anteil des Eingangssignals (u_E) am zweiten Eingang (B) des ersten
Differenzverstärkers (D1) und/oder ein proportionaler Anteil des Ausgangssignals (u_A) am zweiten Eingang (D)
des zweiten Differenzverstärkers (D2) angelegt ist und daß zwischen den Kollektoren des ersten
20 Differenzverstärkers (D1) und dem Gegenkopplungseingang des Eingangsverstärkers (A1) ein weiterer
Verstärker (A3) geschaltet ist.

25

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

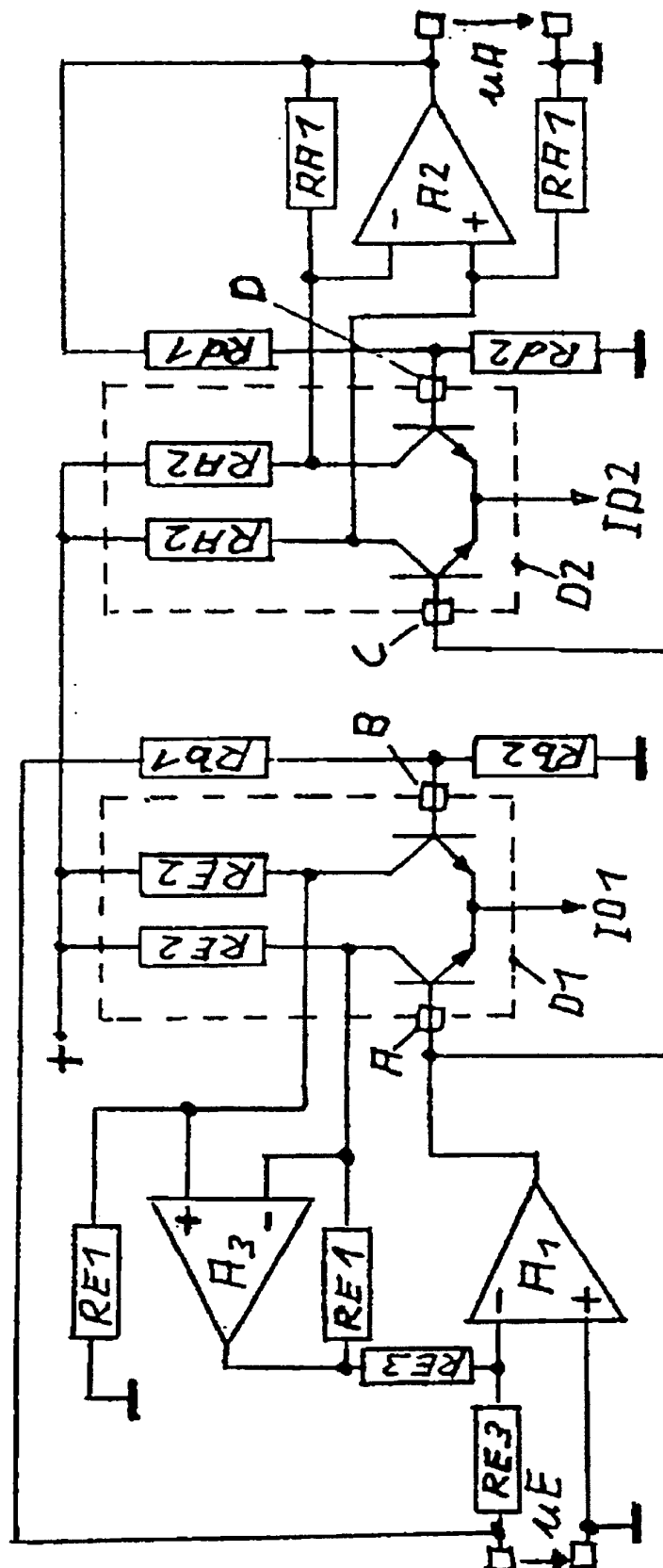


FIG. 1