CH 647 110 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: H 03 G 3/20
H 03 H 7/25
H 04 B 1/64

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

# (12) PATENTSCHRIFT A5

(11) 647 110

(21) Gesuchsnummer: 8819/79

(22) Anmeldungsdatum: 01.10.1979

(30) Priorität(en): 02.10.1978 DE 2842945

(24) Patent erteilt: 28.12.1984

(45) Patentschrift veröffentlicht: 28.12.1984

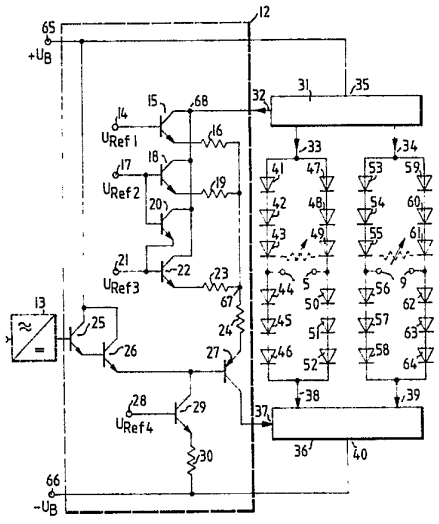
(73) Inhaber:
Licentia Patent- Verwaltungs-GmbH, Frankfurt a.M. (DE)

(72) Erfinder:
Schröder, Ernst, Hannover 51 (DE)
Wermuth, Jürgen, Stederdorf (DE)

(74) Vertreter:
Kirker & Cie SA, Genève

## (54) Schaltung zur Erzeugung einer Steuergrösse zur Steuerung des Uebertragungsmasses von elektronisch steuerbaren Uebertragungsgliedern.

(57) In einem dB-linearen Kompander ist das Übertragungsglied (12) mit e-Funktionscharakteristik mit mehreren Transistoren (15, 18) aufgebaut, die an unterschiedlichen Referenzspannungen ($U_{Ref1}$, $U_{Ref2}$) liegen und deren Serienwiderstände (16, 19) gestaffelt sind. Die Schaltung ist über mehrere Dekaden linear, ohne dass die verwendeten Transistoren entsprechend präzise sind.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltung zur Erzeugung einer Steuergrösse zur Steuerung des Übertragungsmasses von elektronisch steuerbaren Übertragungsgliedern in Abhängigkeit von einer stetigen, differenzierbaren Funktion, insbesondere für eine Anordnung zur automatischen Dynamik-Kompression und/oder -Expansion, dadurch gekennzeichnet, dass ein die Steuercharakteristik bestimmendes Übertragungsglied (12) mindestens zwei Transistoren (15, 18) enthält, deren Basen an unterschiedliche Referenzspannungen gelegt sind und deren Emitter-Kollektor-Strompfade unterschiedliche Serienwiderstände (16, 19) enthalten, wobei ein Eingang des Übertragungsgliedes mit einem den Emittern bzw. Kollektoren der Transistoren benachbarten Verbindungspunkt (67, 68) der Strompfade verbunden ist, und ein Ausgang mit einem den Kollektoren bzw. Emittern der Transistoren benachbarten Verbindungspunkt (68, 67) der Strompfade verbunden ist.

2. Schaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kollektoren der Transistoren verbunden sind und die Serienwiderstände (16, 19, 23) zwischen den Emittern der jeweiligen Transistoren (15, 18, 23) und einem gemeinsamen Verbindungspunkt (67) liegen, wobei der Verbindungspunkt der Kollektoren (68) den Ausgang und der Verbindungspunkt der Widerstände (67) den Eingang des Übertragungsgliedes bilden.

3. Schaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem Eingang das Eingangssignal zur Potentialanpassung über eine oder mehrere Emitter-Basis-Strecken von Transistoren zugeführt ist.

4. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Serie zu dem Strompfad des Übertragungsgliedes die Emitter-Basis-Strecke mindestens eines weiteren Transistors (27) geschaltet ist zur Bildung eines der Polarität des an den Kollektoren des Übertragungsgliedes abgreifbaren Stromes entgegengesetzten, betragsmässig gleich grossen Stromes.

5. Schaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die komplementären Signalausgänge mit den Eingängen (32; 37) von komplementären Stromspiegelschaltungen (31; 36) verbunden sind, deren Ströme zur symmetrischen Steuerung von als Diodenketten (41 ... 64) ausgebildeten elektronisch steuerbaren Widerständen dienen.

---

Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Erzeugung einer Steuergrösse zur Steuerung des Übertragungsmasses von elektronisch steuerbaren Übertragungsgliedern gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei Systemen zur automatischen Dynamik-Kompression und -Expansion wird eine exakt reproduzierbare Beziehung zwischen dem Übertragungsmass der steuerbaren Verstärkungs- oder Dämpfungsglieder und der jeweiligen Nutzsignaleingangsamplitude des Kompressors bzw. Expanders gefordert. Diese eindeutige Beziehung zwischen den genannten Grössen ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass das Frequenzspektrum und die Pegelverhältnisse beim wiedergegebenen Nutzsignal auch denjenigen beim Original entsprechen. Darüber hinaus besteht prinzipiell eine weitere Forderung dahingehend, dass der Expandereingangspegel genau dem Kompressorausgangspegel entspricht.

Diese zweite Forderung ist nicht immer ohne Abgleich erfüllbar. So können Pegelfehler bei Magnetbandgeräten z.B. durch unterschiedliche Bandsorten entstehen oder wenn Bänder auf mehreren Geräten benutzt werden, die unterschiedlich abgeglichen wurden.

Auf die erwähnte zweite Forderung kann aber unter folgenden Voraussetzungen verzichtet werden: Pegelfehler, auch als «Mistracking» bezeichnet, haben dann keinen Einfluss auf die Pegelverhältnisse beim Nutzsignal, wenn die Kompanderkennlinie «dB-Linear» d.h. linear bezüglich des Logarithmus der Eingangsamplitude verläuft.

Zur Erzielung der erwünschten Steuerkennlinie ist zwischen einem Ladekondensator im Steuerspannungserzeuger und den Steuereingängen der elektronisch steuerbaren Übertragungsglieder ein Übertragungsglied mit vorzugsweise exponentieller Charakteristik angeordnet. Als derartiges Übertragungsglied könnte eine Diode oder ein Transistor dienen, bei denen der exponentielle Zusammenhang zwischen Durchlassstrom und Durchlassspannung der Halbleiterschicht genutzt wird. Eine gute Linearität über mehrere Dekaden besitzen aber nur einige Spezialtypen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Übertragungsglied in Abhängigkeit von einer stetigen, differenzierbaren Funktion zu schaffen, das über mehrere Dekaden linear arbeitet und bei dem Transistoren verwendet werden können, die für sich nicht die geforderte Linearität über mehrere Dekaden aufweisen. Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 wiedergegebene Erfindung gelöst. Weiterbildungen und vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen widergegeben. Die Erfindung wird nun an Hand eines Ausführungsbeispiels, das in der Zeichnung dargestellt ist, näher erläutert.

In Fig. 1 ist eine Kompressionsschaltung dargestellt, wie sie z.B. durch die DE-PS 2406285 bekannt ist.

In Fig. 2 ist die erfindungsgemässe Schaltung dargestellt, die sich auf eine Ausführungsform des in Fig. 1 dargestellten internen Übertragungsgliedes 12 bezieht. An Hand der Fig. 1 soll das Prinzip der bekannten Schaltung erläutert werden. Die der Klemme 1 zugeführten Nutzsignale gelangen über einen Widerstand 3 zu dem Eingang eines in seinem Übertragungsmass veränderbaren Verstärkers 4 mit einem elektronisch steuerbaren Widerstand 5. An einer Ausgangsklemme 2 ist ein in seiner Dynamik komprimiertes Signal abgreifbar. Die pegelabhängige Steuerung des elektronisch steuerbaren Verstärkers 4 kommt dadurch zustande, dass die an seinem Ausgang auftretenden Signale über einen Widerstand 7 auch dem Eingang eines weiteren steuerbaren Verstärkers 8 mit einem elektronisch steuerbaren Widerstand 9 zugeführt werden. Am Ausgang dieses Verstärkers ist ein Schwellwertgleichrichter 11 angeordnet, der an Steuereingänge 6 und 10 der elektronisch steuerbaren Widerstände 5 und 9 entsprechende Steuersignale in der Weise abgibt, dass im stationären Zustand am Ausgang des elektronisch steuerbaren Verstärkers 8 ein Signal mit der Dynamik OdB erscheint. Um eine dB-lineare Steuerkennlinie zu erzielen, ist dem Steuerspannungserzeuger 11 intern neben dem eigentlichen Gleichspannungserzeuger 13 ein Übertragungsglied 12 mit exponentieller Charakteristik nachgeschaltet.

Die Ausbildung dieses Übertragungsgliedes wird nun an Hand der Fig. 2 beschrieben.

Die Fig. 2 zeigt als Ausschnitt aus der Fig. 1 den internen Gleichspannungserzeuger 13, dem das Übertragungsglied 12 nachgeschaltet ist, sowie die schaltungstechnisch realisierten elektronisch steuerbaren Widerstände 5 und 9.

Das Übertragungsglied 12 enthält als die wesentlich die Steuercharakteristik bestimmenden Mittel die Transistoren 15, 18 und 22 sowie die Widerstände 16, 19, 23 und 24. Dabei sind die Kollektoren der genannten Transistoren untereinander verbunden und zu einem Eingang 32 einer Stromspiegelschaltung 31 geführt. Die Emitter der Transistoren 15, 18 und 22 sind jeweils mit einem Anschluss der Widerstände 16, 19 und 23 verbunden. Die anderen Anschlüsse der Widerstände 16, 19 und 23 sind untereinander verbunden und über einen Widerstand 24 und die Emitter-Kollektor-Strecke eines Tran-

sistors 27 mit einem Eingang 37 einer zweiten Stromspiegelschaltung 36 verbunden.

Die Basen der Transistoren 15 und 18 sind über Eingangsklemmen 14 und 17 mit Referenzspannung $U_{Ref1}$ und $U_{Ref2}$ verbunden. Die Basis des Transistors 22 liegt sinngemäss über einer Eingangsklemme 21 an einer Referenzspannung $U_{Ref3}$. Schaltungstechnisch wird diese Referenzspannung erzeugt, indem die Basis über die Emitter-Basis-Strecke eines weiteren Transistors 20 mit der Referenzspannung $U_{Ref2}$ verbunden ist.

Die Basis des Transistors 27 ist einerseits mit dem Kollektor eines Transistors 29 verbunden, dessen Basis wiederum über eine Eingangsklemme 28 an eine Referenzspannung $U_{Ref4}$ geführt ist, und dessen Emitter über einen Widerstand 30 mit einer Eingangsklemme 66 verbunden ist, in die eine negative Betriebsspannung eingespeist wird. Andererseits ist die Basis des Transistors 27 mit dem Emitter eine Darlingtonschaltung aus den Transistoren 26 und 25 verbunden. Der gemeinsame Kollektor der Darlingtonschaltung ist an eine Eingangsklemme 65 geführt, in die eine positive Betriebsspannung eingespeist wird. Die Basis des Darlingtonverstärkers ist mit dem internen Gleichspannungserzeuger 13 verbunden. Die Darlingtonschaltung aus den Transistoren 25 und 26 dient einerseits zur Potentialanpassung des Pegels des internen Gleichspannungserzeugers 13 und andererseits als Stromverstärker.

Über die Ansteuerung der Basis des Transistors 25 wird eine Steuerung der Stromverteilung des von dem Transistor 29 gelieferten Stromes zwischen dem Zweig über die Darlingtonstufe aus den Transistoren 26 und 25 und dem Zweig über die Basis-Emitter-Strecke des Transistors 27 erzielt. Auf diese Weise ist es möglich, mit einer Steuerspannung an der Basis des Transistors 25 der Darlingtonstufe eine Steuerung des Potentials am Emitter des Transistors 27 zu bewirken. Durch die exponentielle Kennlinie der Transistoren 15, 18 und 22 wird eine exponentielle Änderung ihrer Kollektorströme in Abhängigkeit von dem Potential am Emitter des Transistors 27 erzielt. Um die gewünschte Kennlinie bezüglich der resultierenden Kollektorströme der Transistoren 15, 18 und 22 in Abhängigkeit des Potentials am Emitter des Transistors 27 zu erhalten, ist die Grösse der Referenzspannungen $U_{Ref1}$, $U_{Ref2}$ und die Grösse der Widerstände 16, 19, 23 und 24 gestaffelt. Die Referenzspannung $U_{Ref1}$ ist grösser als die Referenzspannung $U_{Ref2}$. Der Widerstand 16 ist grösser als der Widerstand 19, der Widerstand 19 ist grösser als der Widerstand 23, und der Widerstand 23 ist grösser als der Widerstand 24. Der Widerstand 24 kann auch entfallen,. wenn sein Wert bei der Bemessung und Staffelung der Widerstände 16, 19 und 23 einbezogen wird. Solange das Potential an dem gemeinsamen Verbindungspunkt 67 der Widerstände einen Wert zwischen der Referenzspannung $U_{Ref1}$ und der Referenzspannung $U_{Ref2}$ einnimmt, wird die Kennlinie nur durch die Eigenschaften des Transistors 15 in Zusammenhang mit den Widerständen 16 und 24 geformt. Sobald das Potential des gemeinsamen Verbindungspunktes sich zwischen der Referenzspannung $U_{Ref2}$ und sinngemäss zwischen der Referenzspannung $U_{Ref3}$ befindet, fliesst ein zusätzlicher Strom durch den Transistor 18, so dass sich eine resultierende Kennlinie aus den Eigenschaften der beiden Transistoren 15 und 18 in Zusammenhang mit den Widerständen 16 bzw. 19 und 24 ergibt. Wenn der Pegel am gemeinsamen Verbindungspunkt 67 der Widerstände 16, 19, 23 und 24 kleiner als $U_{Ref3}$ wird, öffnet auch der Transistor 22, so dass die resultierende Kennlinie dann aus den Eigenschaften aller Transistoren 15, 18 und 22 im Zusammenhang mit den Widerständen 16, 19, 23 und 24 gebildet ist. Die Staffelung der Referenzspannungen und der Widerstände ist dabei so bemessen, dass ein weiterer Transistor in dem Moment geöffnet wird, in dem der Bereich der Linearität des anderen Transistors verlassen wird. Auf diese Weise lässt sich ein Kennlinienverlauf erzielen, der über mehrere Dekaden die geforderte Linearität besitzt. Mit dem resultierenden Kollektorstrom der Transistoren 15, 18 und 22 werden über den Eingang 32 der Strom-Spiegel-Schaltung 31 Diodenketten angesteuert, die paarweise mit einem Ausgang 33 und einem Ausgang 34 der Strom-Spiegel-Schaltung 31 verbunden sind. Die Strom-Spiegel-Schaltung 31 bewirkt, dass die Ströme in jedes Paar der Diodenreihen genau dem Eingangsstrom der Strom-Spiegel-Schaltung entsprechen.

Jedes Paar der Diodenketten besteht aus sechs in Serie geschalteten Dioden 41 ... 46, 47 ... 52, 53 ... 58 und 59 ... 64. Die anderen Enden der Diodenketten sind jeweils mit den Ausgängen 38 und 39 einer komplementären Strom-Spiegel-Schaltung 36 verbunden, deren Eingang 37 mit dem Kollektorstrom des zu den Transistoren 15, 18 und 22 komplementären Transistors 27 gespeist wird. Zwischen den Verbindungspunkten der Dioden 43, 44 und 49, 50 ist in Abhängigkeit des Stromes durch die Dioden ein differentieller Widerstand gebildet, der unmittelbar als elektronisch steuerbarer Widerstand 5 in der Schaltung gemäss der Fig. 1 dient. Bei dem weiteren Paar der Diodenketten ist an entsprechender Stelle ein differenzieller Widerstand gebildet, der bei der Schaltung gemäss Fig. 1 als elektronisch steuerbarer Widerstand 9 dient.

Da die Strom-Spiegel-Schaltungen 31 und 36 über Klemmen 35 und 40 an symmetrische Versorgungsspannungen $+U_B$ und $-U_B$ geführt sind und ein komplementärer Schaltungsaufbau vorliegt, liegen die differentiellen Widerstände 5 und 9 auf Null-Potential.

FIG. 2

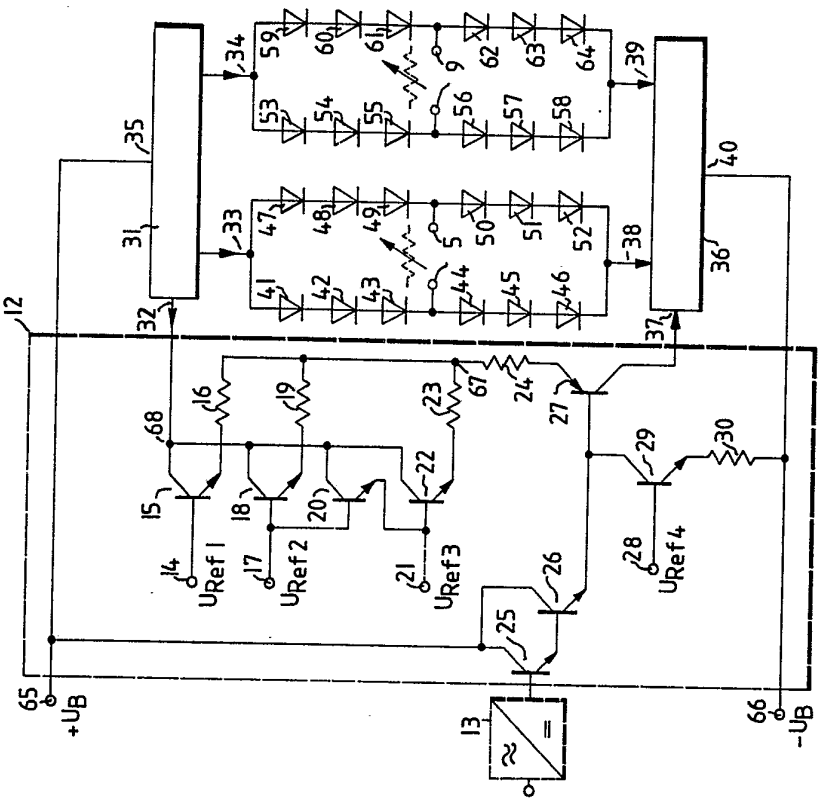
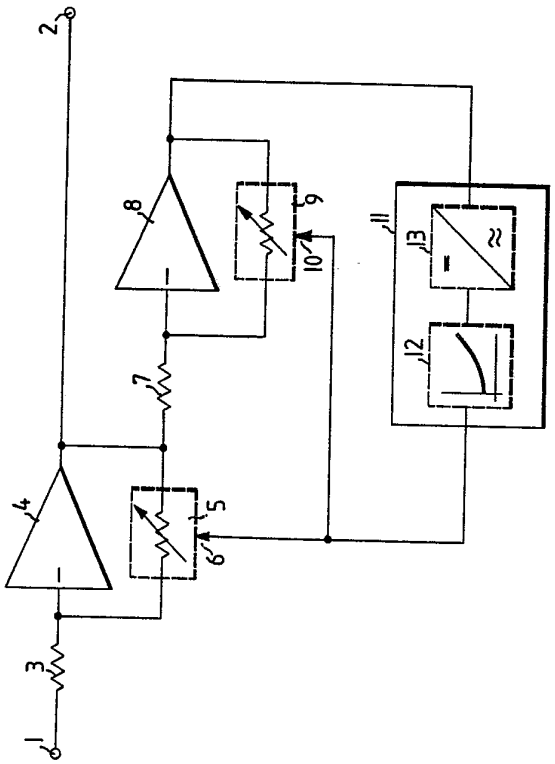

12
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
65
+UB
66
-UB
13
14
URef 1
15
16
17
URef 2
18
19
20
21
URef 3
22
23
24
25
26
27
28
URef 4
29
30
67
68

FIG. 1


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13