

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 758 108 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**12.02.1997 Patentblatt 1997/07**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **G05F 3/26**

(21) Anmeldenummer: **96202214.1**

(22) Anmeldetag: **07.08.1996**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **08.08.1995 DE 19529059**

(71) Anmelder:  
• **Philips Patentverwaltung GmbH**  
**22335 Hamburg (DE)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**DE**  
• **PHILIPS ELECTRONICS N.V.**  
**5621 BA Eindhoven (NL)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**FR GB IT**

(72) Erfinder:  
• **Beier, Ralf, c/o Philips Patentverwaltung GmbH**  
**22335 Hamburg (DE)**  
• **Näthe, Axel, c/o Philips Patentverwaltung GmbH**  
**22335 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter: **Peters, Carl Heinrich, Dipl.-Ing. et al**  
**Philips Patentverwaltung GmbH,**  
**Röntgenstrasse 24**  
**22335 Hamburg (DE)**

### (54) **Stromspiegelanordnung**

(57) Beschrieben wird eine Stromspiegelanordnung mit

- wenigstens einem ersten Leitungstyp aufweisenden Eingangstransistor, dessen Emitteranschluß mit einer Stromzuführung verbunden ist und dessen Kollektoranschluß einen Eingangsstrom führen kann,
- wenigstens einem den ersten Leitungstyp aufweisenden Ausgangstransistor, dessen Emitteranschluß mit der Stromzuführung und dessen Basisanschluß mit dem Basisanschluß des Eingangstransistors verbunden ist und dessen Kollektoranschluß ein Ausgangsstrom entnehmbar ist,
- sowie einem den ersten Leitungstyp aufweisenen Bügeltransistor, dessen Emitteranschluß mit den Basisanschlüssen des Eingangstransistors und des Ausgangstransistors und dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Eingangstransistors verbunden und dessen Kollektoranschluß mit einem Bezugspotential gekoppelt ist.

Um in allen Betriebszuständen eine definierte Belastung der Stromzuführung zu erhalten, umfaßt die Stromspiegelanordnung erfindungsgemäß

- einen Steuertransistor von einem zweiten, dem ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyp,

wobei der Steuertransistor mit seinem Kollektoranschluß an den Kollektoranschluß des Eingangstransistors und mit seinem Emitteranschluß über eine Emitterstromquelle an das Bezugspotential angeschlossen und einem Basisanschluß des Steuertransistors eine Steuerspannung zum Steuern des Ausgangsstromes zuführbar ist,

- einen Widerstand, über den der Kollektoranschluß des Bügeltransistors mit dem Bezugspotential gekoppelt ist, sowie
- einen weiteren Transistor vom zweiten Leitungstyp, dessen Emitteranschluß mit dem Emitteranschluß des Steuertransistors, dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Bügeltransistors und dessen Kollektoranschluß mit der Stromzuführung verbunden ist.

**EP 0 758 108 A2**

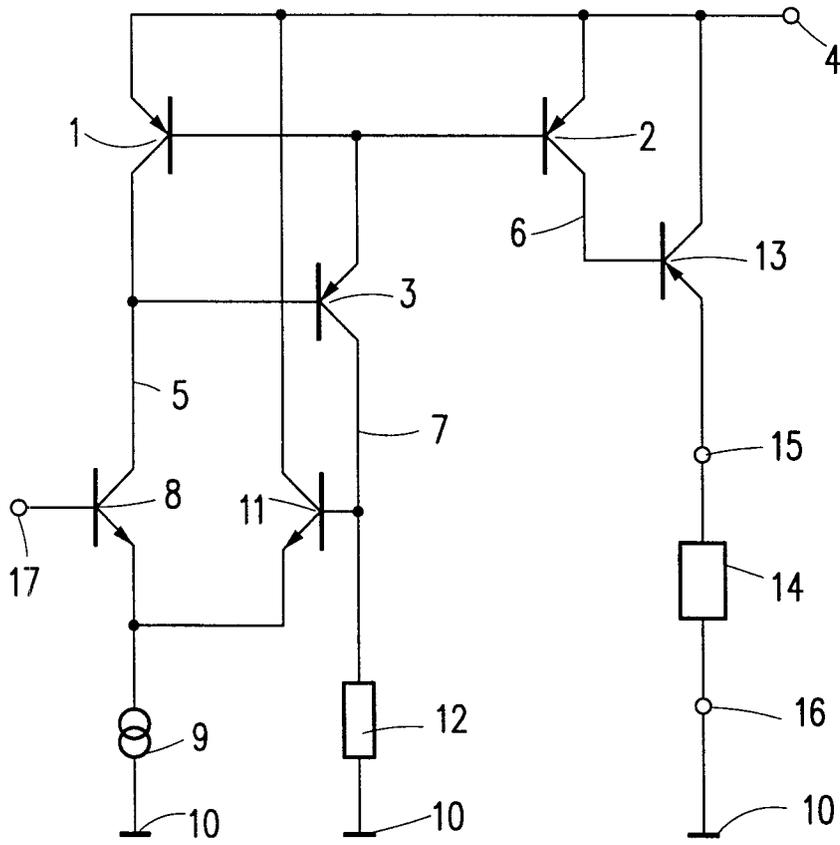


FIG. 2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Stromspiegelanordnung mit

- wenigstens einem ersten Leitungstyp aufweisenden Eingangstransistor, dessen Emitteranschluß mit einer Stromzuführung verbunden ist und dessen Kollektoranschluß einen Eingangsstrom führen kann,
- wenigstens einem den ersten Leitungstyp aufweisenden Ausgangstransistor, dessen Emitteranschluß mit der Stromzuführung und dessen Basisanschluß mit dem Basisanschluß des Eingangstransistors verbunden ist und dessen Kollektoranschluß ein Ausgangsstrom entnehmbar ist,
- sowie einem den ersten Leitungstyp aufweisenden Bügeltransistor, dessen Emitteranschluß mit den Basisanschlüssen des Eingangstransistors und des Ausgangstransistors verbunden ist und dessen Kollektoranschluß mit dem Kollektoranschluß des Eingangstransistors verbunden und dessen Kollektoranschluß mit einem Bezugspotential gekoppelt ist.

Dabei dient der Bügeltransistor zum Aufnehmen der Basisströme des Eingangstransistors und des Ausgangstransistors derart, daß nur ein möglichst geringer Teil dieser Basisströme Einfluß auf das Verhältnis zwischen dem Eingangsstrom und dem Ausgangsstrom ausübt.

Eine derartige Schaltungsanordnung ist aus der DE-PS 31 14 877 bekannt. In der dortigen Fig. 2 wird der Eingangsstrom von einer Stromquelle bewirkt, wohingegen der Ausgangsstrom über einen Verbraucher geführt wird.

Im Normalbetrieb dieser Stromspiegelanordnung mit an den Ausgangstransistor angeschlossenem Verbraucher wird der Stromzuführung außer dem Eingangsstrom und dem Ausgangsstrom somit auch der vom Bügeltransistor geführte Strom entnommen, der um die Stromverstärkung eines der Transistoren vom ersten Leitungstyp geringer ist als die Summe aus Eingangsstrom und Ausgangsstrom. Da diese Stromverstärkung unter dem Einfluß verschiedener Fertigungs- und Betriebsparameter schwanken kann, stellt der Strom durch den Bügeltransistor und damit die Belastung der Stromzuführung eine stark streuende Größe dar.

Wird der Verbraucher vom Ausgangstransistor abgetrennt und befindet sich die Stromspiegelanordnung somit im Leerlaufbetrieb, ergeben sich noch ungünstigere Verhältnisse. In diesem Betriebszustand ist das Stromspiegelverhältnis zwischen dem Eingangsstrom und dem Ausgangsstrom nicht mehr erfüllt. Während der Eingangstransistor jetzt nur noch sehr geringe Ströme führt, gerät der Ausgangstransistor in einen Sättigungszustand, in dem von der Stromzuführung über den Emitteranschluß und den Basisanschluß des Aus-

gangstransistors ein Strom in den Bügeltransistor fließt, der nahezu dem Gesamtstrom im Bügeltransistor entspricht. Wird jetzt von der Verbindung zwischen dem Kollektoranschluß des Eingangstransistors und dem Basisanschluß des Bügeltransistors ein vorgegebener Eingangsstrom entnommen, teilt sich dieser in einen Anteil über den Kollektoranschluß des Eingangstransistors und einen Anteil durch den Basisanschluß des Bügeltransistors.

Der Stromanteil durch den Basisanschluß des Bügeltransistors wird dabei so groß, daß der dadurch über den Emitteranschluß des Bügeltransistors und den Basisanschluß des Ausgangstransistors fließende Strom am Ausgangstransistor eine ebenso große Basis-Emitter-Spannung erzeugt, wie sie am Eingangstransistor vorliegt. Im Extremfall fließt dabei der vorgegebene Eingangsstrom fast ausschließlich durch den Basisanschluß des Bügeltransistors. Der Strom im Bügeltransistor ist dann im wesentlichen um die Stromverstärkung des Bügeltransistors höher als der Eingangsstrom. Dies stellt nicht nur eine wesentlich erhöhte Belastung der Stromzuführung gegenüber dem Normalbetrieb dar, sondern zusätzlich wird diese Belastung in der genannten Weise aufgrund der Streuungen der Stromverstärkung des Bügeltransistors stark streuen.

Die Erfindung hat die Aufgabe, eine Stromspiegelanordnung der eingangs genannten Art in der Weise auszubilden, daß in allen Betriebszuständen eine definierte Belastung der Stromzuführung erreicht wird.

Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Stromspiegelanordnung erfindungsgemäß gelöst durch

- einen Steuertransistor von einem zweiten, dem ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyp, wobei der Steuertransistor mit seinem Kollektoranschluß an den Kollektoranschluß des Eingangstransistors und mit seinem Emitteranschluß über eine Emitterstromquelle an das Bezugspotential angeschlossen und einem Basisanschluß des Steuertransistors eine Steuerspannung zum Steuern des Ausgangsstromes zuführbar ist,
- einen Widerstand, über den der Kollektoranschluß des Bügeltransistors mit dem Bezugspotential gekoppelt ist, sowie
- einen weiteren Transistor vom zweiten Leitungstyp, dessen Emitteranschluß mit dem Emitteranschluß des Steuertransistors, dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Bügeltransistors und dessen Kollektoranschluß mit der Stromzuführung verbunden ist.

Bei der erfindungsgemäßen Stromspiegelanordnung wird der Strom durch den Bügeltransistor nicht unmittelbar, sondern über den Widerstand an das Bezugspotential geführt. Der weitere Transistor bildet mit dem Steuertransistor und der gemeinsamen Emitterstromquelle eine Differenzverstärkeranordnung, in der die Steuerspannung mit der durch den Strom im Bügeltran-

sistor im Widerstand hervorgerufenen Spannung verglichen wird. Beim Anwachsen des Stromes durch den Bügeltransistor in der Weise, daß die Spannung am Widerstand die Steuerspannung übersteigt, wird der Strom der Emitterstromquelle aus dem Eingangstransistor in den weiteren Transistor umgeleitet und damit unmittelbar der Stromzuführung entnommen, nicht mehr jedoch dem Stromspiegel aus dem Eingangstransistor, dem Ausgangstransistor und dem Bügeltransistor. Dadurch wird der Strom über den Stromspiegel begrenzt. Der aus der Stromzuführung entnommene Strom ist nun wesentlich bestimmt durch den Quotienten aus der Steuerspannung und dem Widerstand sowie durch den Strom der Emitterstromquelle. Da diese Größen genau bestimmbar sind, erhält man in allen Betriebszuständen eine definierte Belastung der Stromzuführung. Dabei wird der Strom aus der Stromzuführung auch von der an dieser bereitgestellten Versorgungsspannung unabhängig.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß aus der japanischen Offenlegungsschrift 60-165112 (A) eine Stromspiegelanordnung mit einem Eingangstransistor, einem Ausgangstransistor und einem Bügeltransistor vom pnp-Typ bekannt ist, bei der der Kollektoranschluß des Bügeltransistors über einen Widerstand mit Masse verbunden ist. Mit dem Emitteranschluß des Bügeltransistors und den Basisanschlüssen des Eingangstransistors und des Ausgangstransistors bzw. der Ausgangstransistoren ist der Kollektoranschluß eines Transistors verbunden, dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Bügeltransistors und dessen Emitteranschluß mit Masse verbunden ist. In dieser bekannten Schaltungsanordnung übernimmt der Transistor vom Bügeltransistor einen Teil des Emitterstromes, um den Basisstrom des Bügeltransistors zu verringern. Dadurch soll offenbar das Spiegelverhältnis der bekannten Stromspiegelanordnung auch bei mehreren Ausgangstransistoren und damit einem höheren Strom im Bügeltransistor präziser ausgebildet werden. Da jedoch sowohl der Bügeltransistor als auch der zusätzlich eingeführte Transistor ihre Ströme aus den Basisanschlüssen des Eingangstransistors und der Ausgangstransistoren entnehmen, werden die eingangs erläuterten Streuungen der Ströme aus der Stromzuführung nicht behoben.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung enthält die erfindungsgemäße Stromspiegelanordnung einen den zweiten Leitungstyp aufweisenden Endstufentransistor, dessen Kollektoranschluß mit der Stromzuführung und dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Ausgangstransistors verbunden und dessen Emitteranschluß mit einer Last koppelbar ist. Durch diesen Endstufentransistor wird der Ausgangstransistor vom Strom durch den Verbraucher entlastet.

Vorzugsweise wird bei der erfindungsgemäßen Stromspiegelanordnung als erster Leitungstyp der pnp-Typ und als zweiter Leitungstyp der npn-Typ bipolarer Transistoren bezeichnet. Eingangs-, Ausgangs- und Bügeltransistor sind dann vom pnp-Typ. Bipolare pnp-

Transistoren weisen vielfach eine geringere Stromverstärkung als npn-Transistoren auf, so daß ihre Basisströme im Verhältnis größer sind und daher zu größeren Abweichungen in Stromspiegeln, aber auch zu größeren Belastungen insbesondere des Bügeltransistors führen. Daher ist eine Anwendung der Erfindung auf diesen Leitungstyp besonders vorteilhaft; jedoch ist auch eine umgekehrte Zuordnung des Leitungstyps möglich.

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt und wird im nachfolgenden näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Stromspiegelanordnung nach dem Stand der Technik,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Stromspiegelanordnung.

In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 1 ein Eingangstransistor vom bipolaren pnp-Typ bezeichnet, wohingegen mit 2 ein Ausgangstransistor und mit 3 ein Bügeltransistor des gleichen Leitungstyps benannt ist. Die Emitteranschlüsse des Eingangstransistors 1 und des Ausgangstransistors 2 sind mit einer Stromzuführung 4, die Basisanschlüsse mit dem Emitteranschluß des Bügeltransistors 3 verbunden. Der Kollektoranschluß des Eingangstransistors 1 ist mit einem Eingangsanschluß 5, der Kollektoranschluß des Ausgangstransistors 2 mit einem Ausgangsanschluß 6 und der Kollektoranschluß des Bügeltransistors 3 mit einem Anschluß 7 verbunden, über den ein wesentlicher Anteil der Summe der Basisströme des Eingangstransistors 1 und des Ausgangstransistors 2 abgeleitet wird.

In Fig. 2, in der mit Fig. 1 übereinstimmende Elemente wieder mit denselben Bezugszeichen versehen sind, ist der vorstehend beschriebenen Stromspiegelanordnung ein Steuertransistor 8 hinzugefügt, der mit seinem Kollektoranschluß mit dem Eingangsanschluß 5 und mit seinem Emitteranschluß über eine Emitterstromquelle 9 mit Masse 10 verbunden ist. Ein weiterer Transistor 11 ist mit seinem Kollektoranschluß an die Stromzuführung 4 angeschlossen. Der Basisanschluß des weiteren Transistors 11 ist an den Anschluß 7, der Emitteranschluß an den Emitteranschluß des Steuertransistors 8 geführt. Der Anschluß 7 ist außerdem über einen Widerstand 12 mit Masse 10 verbunden.

Weiterhin ist an den Kollektoranschluß des Ausgangstransistors 2, d.h. an den Ausgangsanschluß 6, der Basisanschluß eines Endstufentransistors 13 angeschlossen, dessen Kollektoranschluß an die Stromzuführung 4 angeschlossen ist und dessen Emitteranschluß über einen Verbraucher 14 an Masse 10 geführt ist. Zum Anschluß des Verbrauchers 14 sind symbolisch Anschlußpunkte 15 und 16 eingezeichnet.

Der Steuertransistor 8, der weitere Transistor 11 und der Endstufentransistor 13 sind in Fig. 2 vom entgegengesetzten Leitungstyp wie der Eingangstransistor 1, der Ausgangstransistor 2 und der Bügeltransistor 3, d.h. vom npn-Typ. Der Endstufentransistor 13 ist als

Emitterfolger zur niederohmigen Speisung des Verbrauchers 14 geschaltet.

In der Stromspiegelanordnung nach Fig. 2 sind die Emitterstromquelle 9 und der Widerstand 12 im Verhältnis zu den übrigen Bauteilen bevorzugt derart dimensioniert, daß im Normalbetrieb, d.h. mit angeschlossenem Verbraucher 14, die durch den Strom im Bügeltransistor 3 am Widerstand 12 hervorgerufene Spannung geringer ist als eine über den Basisanschluß 17 des Steuertransistors 8 zugeführte Steuerspannung. Der weitere Transistor 11 ist dann stromlos und beeinflusst die Funktion der Stromspiegelanordnung, d.h. des Eingangstransistors 1 und des Ausgangstransistors 2 nicht.

Steigt im Leerlaufbetrieb, d.h. nach Abtrennen des Verbrauchers 14 an den Anschlußpunkten 15, 16, der Strom im Bügeltransistor 3 an, übersteigt die Spannung am Widerstand 12 die Steuerspannung am Basisanschluß 17. Der Strom der Emitterstromquelle 9 fließt nun von der Stromzuführung 4 unmittelbar über den weiteren Transistor 11. Dadurch wird ein weiteres Anwachsen des Stromes im Bügeltransistor 3 und damit eine Vergrößerung der Stromentnahme aus der Stromzuführung 4 unterbunden; vielmehr wird aus der Stromzuführung 4 zu liefernde Strom auf einen definierten Wert begrenzt, der durch den Strom der Emitterstromquelle 9 und das Verhältnis der Steuerspannung und des Widerstands 12 bestimmt wird.

Die vorliegende Erfindung löst die hergestellte Aufgabe wirkungsvoll mit sehr geringem Schaltungsaufwand.

## Patentansprüche

### 1. Stromspiegelanordnung mit

- wenigstens einem einen ersten Leitungstyp aufweisenden Eingangstransistor, dessen Emitteranschluß mit einer Stromzuführung verbunden ist und dessen Kollektoranschluß einen Eingangsstrom führen kann,
- wenigstens einem den ersten Leitungstyp aufweisenden Ausgangstransistor, dessen Emitteranschluß mit der Stromzuführung und dessen Basisanschluß mit dem Basisanschluß des Eingangstransistors verbunden ist und dessen Kollektoranschluß ein Ausgangsstrom entnehmbar ist,
- sowie einem den ersten Leitungstyp aufweisen Bügeltransistor, dessen Emitteranschluß mit den Basisanschlüssen des Eingangstransistors und des Ausgangstransistors und dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Eingangstransistors verbunden und dessen Kollektoranschluß mit einem Bezugspotential gekoppelt ist,

### gekennzeichnet durch

- einen Steuertransistor von einem zweiten, dem ersten Leitungstyp entgegengesetzten Leitungstyp, wobei der Steuertransistor mit seinem Kollektoranschluß an den Kollektoranschluß des Eingangstransistors und mit seinem Emitteranschluß über eine Emitterstromquelle an das Bezugspotential angeschlossen und einem Basisanschluß des Steuertransistors eine Steuerspannung zum Steuern des Ausgangsstromes zuführbar ist,
  - einen Widerstand, über den der Kollektoranschluß des Bügeltransistors mit dem Bezugspotential gekoppelt ist, sowie
  - einen weiteren Transistor vom zweiten Leitungstyp, dessen Emitteranschluß mit dem Emitteranschluß des Steuertransistors, dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Bügeltransistors und dessen Kollektoranschluß mit der Stromzuführung verbunden ist.
2. Stromspiegelanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen den zweiten Leitungstyp aufweisenden Endstufentransistor, dessen Kollektoranschluß mit der Stromzuführung und dessen Basisanschluß mit dem Kollektoranschluß des Ausgangstransistors verbunden und dessen Emitteranschluß mit einer Last koppelbar ist.
  3. Stromspiegelanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Leitungstyp den pnp-Typ und der zweite Leitungstyp den npn-Typ bezeichnet.

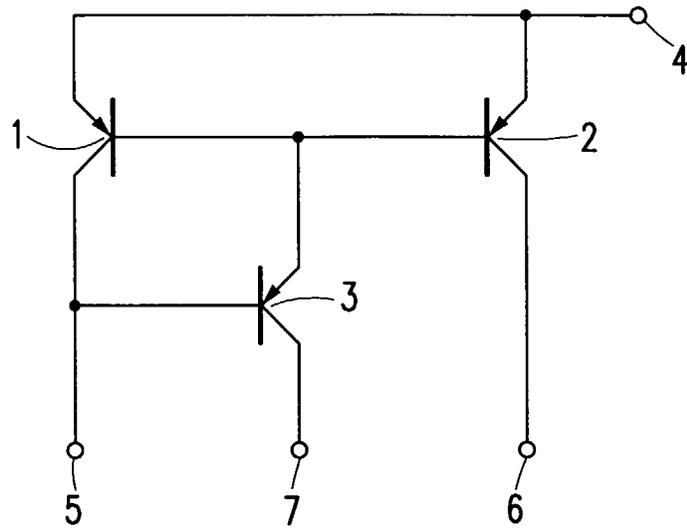


FIG. 1

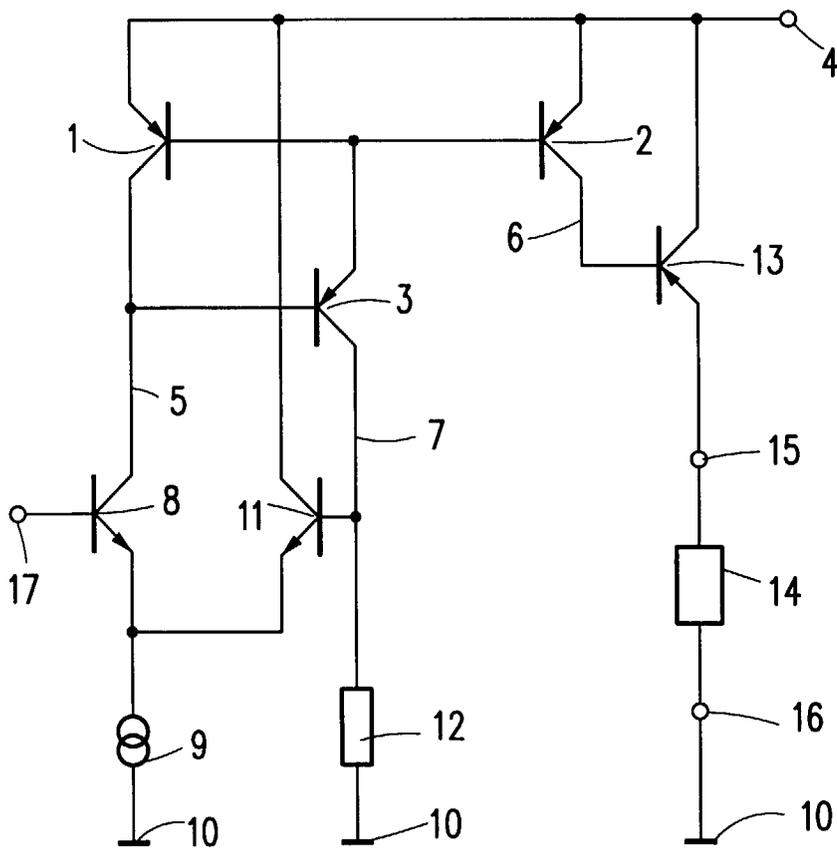


FIG. 2