

 (12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 (21) Anmeldenummer: **79104039.7**

 (51) Int. Cl.³: **G 05 F 3/20**

 (22) Anmeldetag: **18.10.79**

 (30) Priorität: **23.11.78 DE 2850826**

 (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.06.80 Patentblatt 80/12

 (84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

 (71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin und München**
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

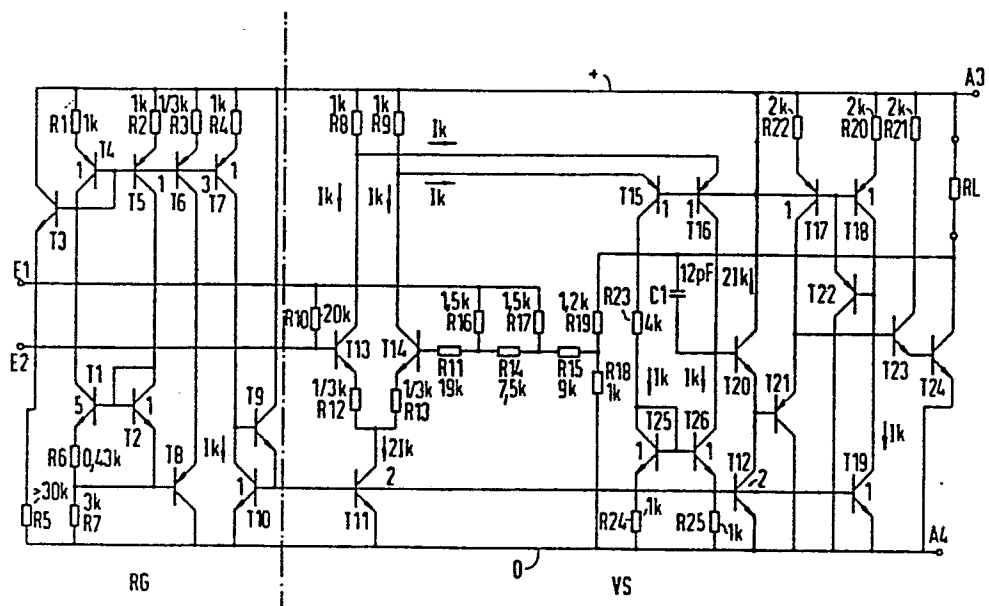
 (72) Erfinder: **Krämer, Horst, Dipl.-Ing.**
Tucholskystrasse 16
D-8000 München 83(DE)

 (54) **Referenzspannungsquelle, insbesondere für Verstärkerschaltungen.**

 (57) Referenzspannungsquelle (RG), insbesondere für Verstärkerschaltungen, bei der die Referenzspannung an die miteinander verbundenen Basen zweier Transistoren (T1, T5) ansteht, von denen einer als Diode (T5) geschaltet ist, während der andere (T1) normal betrieben ist. In die Kollektorstromkreise dieser beiden Transistoren (T1, T2) ist eine Stromspiegelschaltung (T4, T5, R1, R2) eingeschleift, zu der ein weiterer in Stromspiegelschaltung angeschlossener Transistor (T6) gehört, der in Reihe mit einem an Bezugspotential (0) gelegten entsprechenden Transistor (T8) geschaltet ist, dessen Basis mit Emitterwiderständen (R6, R7) derjenigen Transistoren (T1, T2) verbunden ist, an deren Basis die Referenzspannung ansteht. Die Referenzspannung wird am Verbindungspunkt zwischen Kollektor und Emitter der in Reihe geschalteten Transistoren (T6, T8) für die damit belieferte Verstärkerschaltung (VS) abgenommen. Es sind noch weitere Stromspiegelschaltungen (T7, T9, T10, T11, T12, T19; T15, T16, T17, T18, T22; T25, T26) vorgesehen, mit deren Hilfe ein symmetrischer Betrieb der Verstärkerschaltung (VS) erzwungen wird (1 Figur).

EP 0 011 704 A1

./...



SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 78 P 6 2 7 6 EUR.

5 Referenzspannungsquelle, insbesondere für Verstärker-
schaltungen.

Es sind bereits verschiedene Varianten von Referenzspannungsquellen bekannt. Meistens wird dabei als Normal der
10 Spannungsabfall an Diodenstrecken ausgenutzt, wofür auch die Basisemitterstrecken von Transistoren infrage kommen (siehe DPS 17 62 924, DAS 17 63 016). Anstelle von Dioden werden Transistoren benutzt, deren Basiskollektorstrecke kurzgeschlossen ist (siehe "Regelungstechnik", Heft 1,
15 1969, Seite 13; Siemens-Datenbuch 1974/75, Band 2, "Lineare Schaltungen", Seiten 213 bis 215). Alle diese Referenzspannungsquellen können z.B. zur Stabilisierung der Arbeitspunkte von Verstärkerschaltungen benutzt werden. Dabei kommen vor allem Verstärkerschaltungen infrage, wel-
20 che mit Hilfe von Differenzverstärkern aufgebaut sind.

Die Erfindung geht nun von der Aufgabe aus, die Ausnutzbarkeit solcher Referenzspannungsquellen zu verbessern. Die Verbesserung betrifft insbesondere Maßnahmen, die si-
25 cherstellen, daß die Referenzspannung unabhängig von der

Belastung ihre vorgesehene Größe beibehält. Bei der Erfindung wird dabei von einer Referenzspannungsquelle ausgegangen, bei der die Referenzspannung an den miteinander verbundenen Basen zweier Transistoren ansteht, von denen
5 einer als Diode geschaltet ist, während der andere normal betrieben ist.

Gemäß der Erfindung ist eine derartige Referenzspannungsquelle dadurch gekennzeichnet, daß in die Kollektorstromkreise der beiden Transistoren eine Stromspiegelschaltung eingeschleift ist, zu der ein weiterer in Stromspiegelschaltung angeschlossener Transistor gehört, der in Reihe mit einem an Bezugspotential gelegten entsprechenden Transistor geschaltet ist, dessen Basis mit Emitterwiderständen derjenigen Transistoren verbunden ist, an deren Basis
15 die Referenzspannung ansteht, und daß die Referenzspannung am Verbindungspunkt zwischen Kollektor und Emitter der in Reihe geschalteten Transistoren für eine damit belieferte Schaltung abgenommen wird. Hierbei kommen Stromspiegelschaltungen infrage, wie sie an sich bekannt sind
20 (siehe DOS 24 40 023, 26 42 874; Philips Technische Rundschau 1971/72, Nr.1, Seiten 4 bis 8; Regelungstechnik, Heft 1, 1969, Seite 13). Dadurch, daß die Referenzspannung an einem Abgriff der Reihenschaltung der beiden betreffenden Transistoren abgenommen wird, wird eine Belastung des inneren Referenzschaltungspunktes der Referenzspannungsquelle vermieden, auch wenn der Abgriff als Stromquelle bzw. Stromsenke für die Stabilisierung des Arbeitspunktes der belieferten Schaltung ausgenutzt wird.
25 Damit ist eine besonders große Konstanz der Referenzspannung sichergestellt. Vorteilhaft ist auch, daß der Spannungsbedarf für die Referenzspannungsquelle sehr klein ist. Ihre minimale Betriebsspannung liegt nur um die Sättigungsspannung des Transistors T6 über der an der Basis des Transistors T2 anliegenden Referenzspannung.
30
35

Eine zweckmäßige weitere Ausgestaltung der Referenzspannungsquelle ergibt sich, wenn zur Stromspiegelschaltung ein zusätzlicher Transistor gehört, der eine weitere Stromspiegelschaltung speist, welche Transistoren hat,

- 5 die in Stromkreise der mit der Referenzspannung belieferten Schaltung eingeschleift sind. Dadurch werden in bequemer Weise Konstantstromeffekte für die belieferte Schaltung zustande gebracht.

- 10 Die vorstehend angegebenen Effekte werden nun noch an einem Beispiel für eine Referenzspannungsquelle und eine damit belieferte Schaltung anhand der Figur näher erläutert. In dieser Figur ist die Referenzspannungsquelle RG und die Verstärkerschaltung VS gezeigt. Der Eingang der
- 15 Verstärkerschaltung VS liegt bei den Klemmen E1 und E2. Der Ausgang liegt bei den Quellen A3 und A4. Bei dieser Verstärkerschaltung handelt es sich um einen Mikrofonverstärker. Der akustisch-elektrische Wandler, insbesondere eine piezoelektrische Keramik, ist bei den Eingangsklemmen E1 und E2 angeschlossen. Über die Ausgangsklemmen A3
- 20 und A4 wird die Betriebsspannung ± 0 zugeführt, der dann das Ausgangssignal überlagert ist. An die Eingangsklemme E1 ist nun noch die von der Referenzspannungsquelle RG gelieferte Referenzspannung angelegt. Mit Ihrer Hilfe
- 25 wird der Arbeitspunkt des Differenzverstärkers mit den Transistoren T13 und T14, der zur Verstärkerschaltung gehört, stabilisiert.

- Zur Referenzspannungsquelle selber gehören zunächst der
- 30 als Diode geschaltete Transistor T2 und der normal betriebene Transistor T1. Die Basen dieser beiden Transistoren sind verbunden und ergeben den inneren Referenzspannungspunkt. In die Kollektorstromkreise der Transistoren T1 und T2 ist die Stromspiegelschaltung mit den
- 35 Transistoren T4 und T5 sowie den Widerständen R1 und R2

- 4 -

VPA 78 P 6 2 7 6 EUR

eingeschleift. Es gehört noch der Transistor T6 mit dem Widerstand R3 dazu, der in Reihe zu dem Transistor T8 geschaltet ist, der noch an Bezugspotential 0 gelegt ist. Die Basis des Transistors T8 ist mit dem Emitter des Transistors T2 und mit dem Abgriff der Reihenschaltung aus den Emitterwiderständen R6 und R7 verbunden, die als Emitterwiderstände für die Transistoren T1 und T2 dienen. Der Verbindungspunkt zwischen dem Kollektor des Transistors T6 und dem Emitter des Transistors T8 ist mit der Eingangsklemme E1 verbunden. Hier wird also die Referenzspannung für die damit belieferte Schaltung VS abgenommen. Die Höhe der Referenzspannung selber wird zwar durch die am inneren Referenzspannungspunkt, nämlich den verbundenen Basen der Transistoren T1 und T2, liegende Spannung bestimmt. Mit Hilfe der durch die Transistoren T8 und T6 gebildeten Ausgangsschaltung wird jedoch verhindert, daß dieser innere Referenzspannungspunkt durch das Abnehmen der Referenzspannung belastet wird. Bei der Lieferung der Referenzspannung können hier die zur Ausgangsschaltung gehörenden Transistoren T6 und T8 als Stromquelle bzw. Stromsenke wirken. Eine Belastung des inneren Referenzspannungspunktes ist während des Betriebes vermieden.

Die Referenzspannungsquelle RG ist noch durch die Anlaßschaltung aus der Reihenschaltung des Transistors T3 und seines Emitterwiderstandes R5 ergänzt. An diese Anlaßschaltung ist die Betriebsspannung ± 0 angelegt. Die Basis des Transistors T3 ist mit dem Kollektor des Transistors T1 verbunden. Hierdurch ist sichergestellt, daß beim Anlegen der Betriebsspannung sich am inneren Referenzschaltungspunkt die vorgesehene Referenzspannung einstellt.

Bei der Referenzspannungsquelle RG ist die Fläche des Emitters des als Diode geschalteten Transistors T2 ein Bruchteil der Fläche des Emitters des anderen zugehöri-

gen Transistors T1. Hierdurch und durch die weiteren vorgesehenen Schaltungsmaßnahmen ergibt sich eine Temperaturkompensation insofern, als dadurch die erzielte Referenzspannung weitgehend unabhängig von der Temperatur ist
5 (siehe auch Regelungstechnik, Heft 1, 1969, Seite 13; DAS 19 440 28, Spalte 1). Bei dem in der Figur gezeigten Schaltungsbeispiel ist die Fläche des Emitters des Transistors T1 fünfmal so groß wie die Fläche des Emitters des Transistors T2. Dies ist dort auch durch die einge-
10 schriebenen Ziffern 5 und 1 angedeutet. Bei den verschiedenen zur Schaltung gehörenden Widerständen ist auch jeweils die Ohmzahl angeschrieben. Für die Temperaturkompensation ist auch das Verhältnis der Widerstandswerte der Emitterwiderstände R6 und R7 von Bedeutung. Anhand
15 der für die Darstellung der Transistoren gewählten Symbole ist auch erkennbar, ob es sich jeweils um einen pnp-Transistor oder um einen npn-Transistor handelt.

Wie bereits erwähnt, gehört zur Stromspiegelschaltung
20 noch ein zusätzlicher Transistor, und zwar der Transistor T7 mit einem Emitterwiderstand R4, der eine weitere Stromspiegelschaltung speist. Dabei handelt es sich um die Stromspiegelschaltung mit den Transistoren T9, T10, T11, T12 und T19. Die letzten drei angeführten Transistoren
25 sind in Stromkreise der mit der Referenzspannung belieferten Verstärkerschaltung VS eingeschleift. So ist der Transistor T11 in den Emitterstromkreis des Differenzverstärkers mit den Transistoren T13 und T14, den Emitterwiderständen R12 und R13 sowie den Kollektorwiderständen
30 R8 und R9 eingeschleift. Der Transistor T12 ist in den Hauptstromkreis des Transistors T20 eingeschleift, der zu einem Zwischenverstärker der Verstärkerschaltung VS gehört. Der Transistor T19 ist in einen Stromzweig einer zur Verstärkerschaltung gehörenden Stromspiegelschaltung
35 eingeschleift, zu der u.a. die Transistoren T17, T18 und

T22 sowie die Widerstände R20 und R22 gehören. Durch diese Schaltungstechnik wird eine bestimmte Stromeinprägung für die Verstärkerschaltung erzielt, wozu Schaltmittel verwendet sind, die sich bequem an die zur Referenzspannungsquelle gehörenden Schaltmittel anfügen lassen. Auch bei den hierfür in Betracht kommenden Transistoren ist jeweils die Größe der zugehörigen Emitterflächen durch angeschriebene Ziffern angedeutet. So ist bei den Transistoren T7, T10 und T19 die Ziffer 1 angeschrieben, während bei den Transistoren T11 und T12 die Ziffer 2 angeschrieben ist. Dementsprechend führen die beiden zuletzt genannten Transistoren einen doppelt so großen Hauptstrom als die in diesem Zusammenhang genannten anderen drei Transistoren. Es ist übrigens auch bei den übrigen zur Stromspiegelschaltung des Referenzspannungsgebers RG gehörenden Transistoren T4, T5 und T6 die Größe der Emitterflächen durch angeschriebene Ziffern angegeben. Demnach hat der Transistor T6 eine dreimal so große Emitterfläche als die Transistoren T1 und T5. Die Stärke der über die Hauptstromstrecken der genannten Transistoren fließenden Ströme ist entsprechend der Größe ihrer Emitterflächen gestuft. Dementsprechend ist auch die Stärke der in denjenigen Stromkreisen fließenden Ströme gestuft, in welche diese Transistoren eingeschleift sind.

Zu der Verstärkerschaltung VS gehören außer dem bereits erwähnten Differenzverstärker mit den Transistoren T13 und T14 und der ebenfalls bereits erwähnten Stromspiegelschaltung mit den Transistoren T17, T18 und T22 noch die symmetrisch geschaltete Transistorkoppelstufe mit den Transistoren T15 und T16, über die der Differenzverstärker mit einem zweistufigen Zwischenverstärker verbunden ist, zu dem die Transistoren T20 und T21 gehören, an denen dann als Ausgangsstufe ein Darlington-Verstärker mit den Transistoren T23 und T24 angeschlossen ist. Die Tran-

sistoren T15 und T16 der Transistorkoppelstufe gehören auch zur Stromspiegelschaltung mit den Transistoren T17 und T18. Dadurch und mit Hilfe der zusätzlichen Stromspiegelschaltung mit den Transistoren T25 und T26 und den Widerständen R24 und R25 sowie der bereits erwähnten Stromspiegelschaltung mit den Transistoren T9, T10, T11, T12 und T19 sind die Koppelstufe und die Eingangsstufe stromsymmetrisch eingestellt. Dadurch wird eine besonders stabile Arbeitsweise der Verstärkerschaltung erzielt. Es zeigt sich auch, daß dadurch die Verstärkereigenschaften wenig von den Speisebedingungen der Schaltung abhängig sind. Wegen des sehr geringen Spannungsbedarfes der Verstärkerschaltung und der übrigen günstigen Eigenschaften ergibt sich auch eine sehr große Aussteuerfähigkeit der Verstärkerschaltung. Zwischen dem Ausgang und dem Eingang ist noch das Spannungsgegenkopplungsnetzwerk mit den Widerständen R19, R18, R17, R16, R14, R11 und R10 eingefügt. Mit seiner Hilfe wird unter anderem der Verstärkungsfaktor der Verstärkerschaltung festgelegt (siehe auch Siemens-Datenbuch 1974/75, Band 2, "Lineare Schaltungen", Seiten 213 bis 215). Bei der Stabilisierung wirkt dann noch der Gegenkopplungskondensator C1 mit. Die Transistoren T23 und T24 der Ausgangsstufe haben jeweils eigene Kollektorwiderstände, nämlich die Kollektorwiderstände R21 und RL. Hierdurch ergibt sich eine besonders große Aussteuerfähigkeit der Ausgangsstufe und eine niedrige Sättigungsspannung des Transistors T24. In der Figur sind schließlich noch mit "IK" bzw. mit "2IK" bezeichnete Pfeile eingezeichnet, welche die Richtung und die Größe der in den betreffenden Stromzweigen fließenden Ströme angeben. Diese Ströme ergeben sich vor allem dadurch, daß die beschriebenen Stromspiegelschaltungen vorgesehen sind.

Der vorstehend beschriebene Mikrofonverstärker ist auch derart schaltungstechnisch ausgestaltet, daß er sich be-

quem innerhalb einer integrierten Schaltung realisieren
läßt. Seine vorteilhaften Eigenschaften bleiben dabei er-
halten.

1 Figur

5 Patentansprüche

Patentansprüche

1. Referenzspannungsquelle, insbesondere für Verstärker-
schaltungen, bei der die Referenzspannung an den mitein-
5 ander verbundenen Basen zweier Transistoren ansteht, von
denen einer als Diode geschaltet ist, während der andere
normal betrieben ist, dadurch gekennzeichnet, daß in die
Kollektorstromkreise der beiden Transistoren (T1, T2)
eine Stromspiegelschaltung (T4, T5, R1, R2) eingeschleift
10 ist, zu der ein weiterer in Stromspiegelschaltung ange-
schlossener Transistor (T6) gehört, der in Reihe mit
einem an Bezugspotential (0) gelegten entsprechenden Tran-
sistor (T8) geschaltet ist, dessen Basis mit Emitterwi-
derständen (R6, R7) derjenigen Transistoren (T1, T2) ver-
15 bunden ist, an deren Basis die Referenzspannung ansteht,
und daß die Referenzspannung am Verbindungspunkt zwischen
Kollektor und Emitter der in Reihe geschalteten Transisto-
ren (T6, T8) für eine damit belieferte Schaltung (VS) ab-
genommen wird.

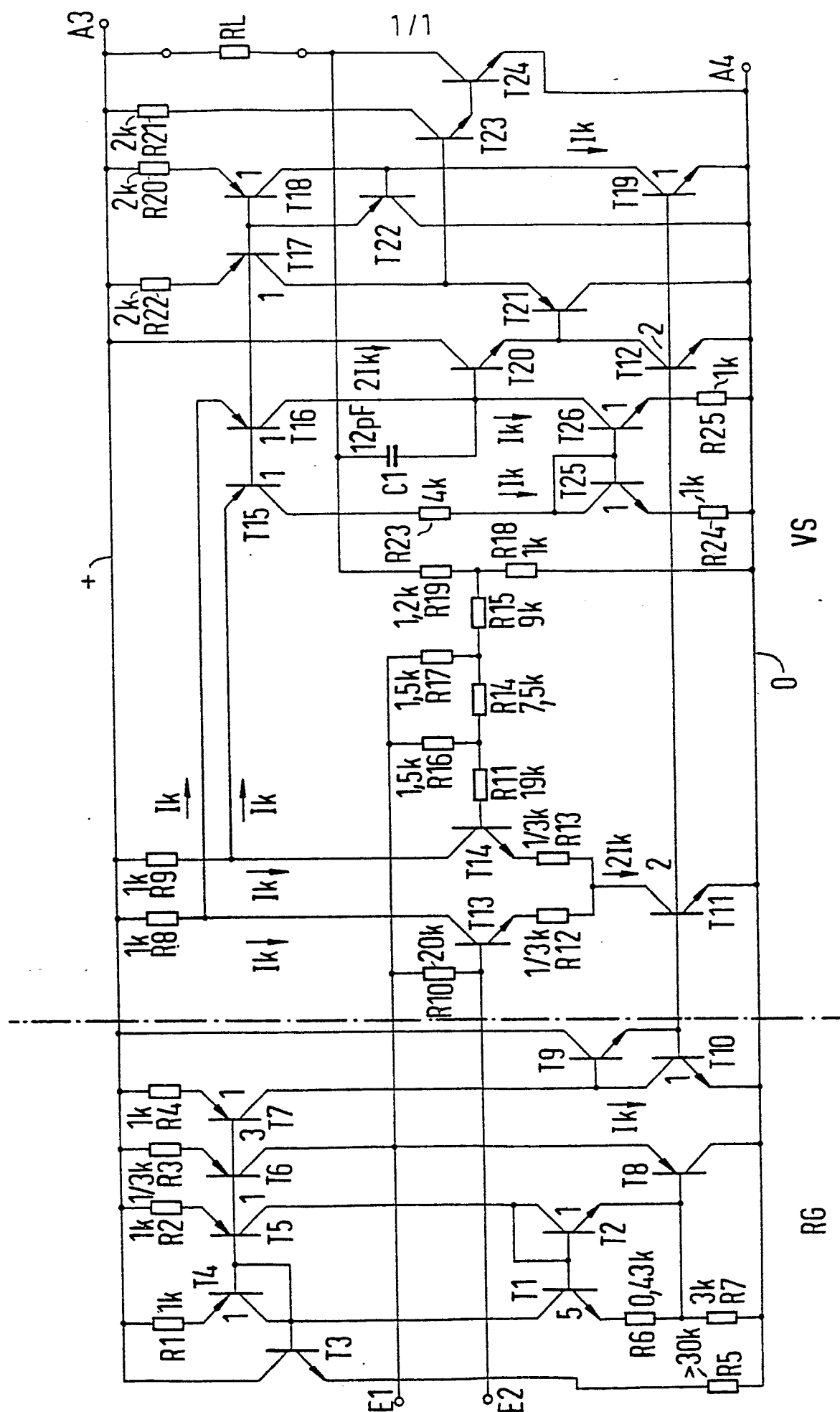
20

2. Referenzspannungsquelle nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß eine Anlaßschaltung aus der Reihenschal-
tung eines Transistors (T3) und seines Emitterwiderstan-
des (R5) vorgesehen ist, an welche die Betriebsspannung
25 (+/0) angelegt ist, und daß die Basis des zugehörigen
Transistors (T3) mit dem Kollektor des erwähnten normal
betriebeenen Transistors (T1) verbunden ist.

3. Referenzspannungsquelle nach Anspruch 1 oder 2, da-
30 durch gekennzeichnet, daß zur Temperaturkompensation die
Fläche des Emitters des als Diode geschalteten Transi-
stors (T2) ein Bruchteil der Fläche des Emitters des an-
deren Transistors (T1) der an den Basen verbundenen Tran-
sistoren (T1, T2) ist und daß der Emitter des als Diode
35 geschalteten Transistors (T2) an den Abgriff der Reihen-

schaltung zweier Emitterwiderstände (R6, R7) dieses anderen Transistors (T1) angeschlossen ist.

4. Referenzspannungsquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Stromspiegelschaltung ein zusätzlicher Transistor (T7) gehört, der eine weitere Stromspiegelschaltung (T9, T10, T11, T12, T19) speist, welche Transistoren (T11, T12, T19) hat, die in Stromkreise der mit der Referenzspannung belieferten Schaltung (VS) eingeschleift sind.
5. Referenzspannungsquelle nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke der in den erwähnten Stromkreisen fließenden Ströme entsprechend der Größe der Emitterflächen der in diese Stromkreise eingeschleiften Transistoren (T11, T12, T19) der weiteren Stromspiegelschaltung gestuft sind.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0011704
Nummer der Anmeldung
EP 79 10 4039

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>US - A - 4 085 359</u> (A.A.A. AMMED) * Das ganze Dokument *	1	G 05 F 3/20
	--		
	<u>FR - A - 2 280 248</u> (PHILIPS) * Seite 4, Zeile 5 bis Seite 7, Zeile 17; Figur 2 *	1	
	--		
	<u>US - A - 3 629 691</u> (C.F. WHEATLEY) * Spalte 2, Zeile 3 bis Spalte 5, Zeile 72; Figuren *	1,2	
	--		
	<u>FR - A - 2 345 761</u> (R.T.C.) * Seite 8, Zeile 17 bis Seite 9, Zeile 24; Figur 2 *	2	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
			G 05 F 3/16 3/20 H 03 F 3/347
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 18-02-1980	Prüfer ZAEGEL	