



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 162 266  
A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 85104314.1

(51) Int. Cl. 4: G 05 F 3/30

(22) Anmeldetag: 10.04.85

(30) Priorität: 19.04.84 DE 3415010

(71) Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft  
Berlin und München Wittelsbacherplatz 2  
D-8000 München 2(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
27.11.85 Patentblatt 85/48

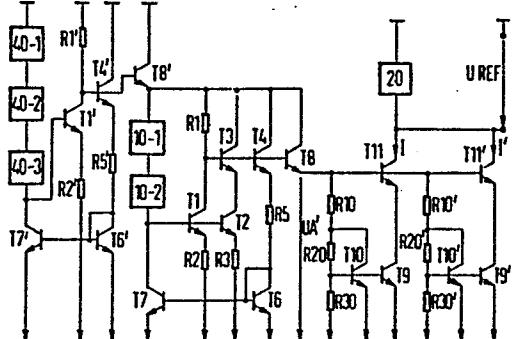
(72) Erfinder: Draxelmayr, Dieter, Dipl.-Ing.  
Heidenfeldstrasse 17  
A-9500 Villach(AT)

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(54) Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer temperatur- und versorgungsspannungsunabhängigen Referenzspannung.

(57) Zur Erzeugung einer von Schwankungen der Versorgungsspannung ( $U_O$ ) und von Temperatureinflüssen höherer Ordnung freien, durch eine Bandgap-Schaltung (20) erzeugten Referenzspannung ( $U_{Ref}$ ) wird unabhängig voneinander in einer ersten Schaltung eine Ausregelung von Versorgungsspannungsschwankungen durchgeführt und in einer zweiten von der ersten Schaltung angesteuerten Schaltung ein Strom ( $I$ ) für die Bandgap-Schaltung (20) erzeugt, der einen zum Temperaturgang der Bandgap-Schaltung (20) kompensierenden Temperaturgang besitzt (Fig. 4).

FIG 4



Siemens Aktiengesellschaft - 1 -  
Berlin und München

0162266  
Unser Zeichen  
VPA 84 P 5302 E

5 Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer temperatur- und  
versorgungsspannungsunabhängigen Referenzspannung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 Bandgap-Stufen bzw. Bandgap-Schaltungen sind bekannt und beispielsweise in dem Buch "Halbleiter-Schaltungstechnik" von U. Tietze und Ch. Schenk, 5. überarbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1980, Seiten 387  
15 folgende beschrieben.

In der vorgenannten Veröffentlichung ist ausgeführt, daß mittels derartiger Bandgap-Schaltungen Referenzspannungen erzeugt werden können, die unabhängig von Temperaturkoeffizienten der in ihr verwendeten Bauelementen sind, d.h., eine derartige Schaltung liefert eine temperaturunabhängige Referenzspannung. Diese Überlegungen gelten jedoch nur für Temperaturabhängigkeiten erster Ordnung in einem relativ schmalen Temperaturbereich. In der Praxis ist eine Spannungs-20 Temperatur-Kurve lediglich in einem schmalen Temperaturbereich gerade, d.h., temperaturunabhängig. Tatsächlich besitzen derartige Schaltungen noch einen Temperaturgang, der beispielsweise gemäß der Veröffentlichung "IEEE Journal of Solid-State Circuits", Vol. SC. 15, Nr. 6, Dezember 1980, Seiten 1033 bis 1039, noch einen parabolischen Verlauf mit einer Änderung von etwa 1 % in einem Temperaturbereich von -55°C bis +125°C besitzen kann.

In bestimmten Anwendungsfällen, beispielsweise in schnellen Digital-Analog-Umsetzern oder Analog-Digital-Umsetzern kann sich der vorgenannte Temperaturgang aufgrund von Temperatur-

effekten höherer Ordnung noch störend auswirken, so daß die

5 durch die Bandgap-Schaltung erzeugte Referenzspannung nicht ausreichend temperaturunabhängig ist.

Maßnahmen zur Temperaturkompensation von Temperaturgängen höherer Ordnung, insbesondere von zweiter Ordnung sind bei-

10 spielsweise schon aus der US-PS 4 249 122 und aus der oben- genannten Zeitschrift "IEEE Journal of State-Solid Circuits" bekannt geworden. Dabei handelt es sich im Prinzip um schaltungstechnische Maßnahmen, mit denen einer Bandgap- Schaltung ein Strom zugeführt wird, der einen zum Temperatur- gang der Bandgap-Schaltung kompensierenden Temperaturgang be- 15 sitzt.

Bei derartigen Schaltungen kommt es jedoch nicht nur darauf an, den Temperaturgang weitestgehend oder vollständig auszu- regeln, sondern es muß weiterhin auch berücksichtigt werden,

20 daß die Versorgungsspannung für die Schaltungen noch mit Schwankungen behaftet ist, die ebenfalls im Sinne der Er- zeugung einer hochkonstanten Referenzspannung ausgeregelt werden müssen. Wenn also insbesondere die Temperaturregel- schaltung noch mit einer mit Schwankungen behafteten Ver-

25 sorgungsspannung versorgt wird, so sind die Anforderungen an die Konstanz der Referenzspannung noch nicht ausreichend er- füllt. Werden sowohl Versorgungsspannungsschwankungen als auch Temperaturänderungen in einer einzigen Schaltungen bzw. einem einzigen Netzwerk gleichzeitig ausgeregelt, so müssen 30 die Regelmechanismen sehr genau sein, da diese Regelmechanis- men sich gegenseitig beeinflussen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zur Ausregelung der beiden vorgenannten Effekte anzugeben, bei der die Ausregelung von Versorgungsspannungsschwankungen einerseits und die Ausregelung von Temperatur-  
5 effekten in einem weiten Temperaturbereich andererseits voneinander entkoppelt sind.

Diese Aufgabe wird bei einer Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des kenn-  
10 zeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung besitzt den Vorteil, daß bei der Ausregelung von Versorgungsspannungsschwankungen in einer Schaltung nur diese Versorgungsspannungsschwankungen  
15 berücksichtigt werden müssen, ohne daß dabei schon Gesichtspunkte des Temperaturgangs einer derartigen von Schwankungen freien Spannung in Betracht gezogen werden müssen. Die Schaltung zur Erzeugung einer nur von Schwankungen der Versorgungsspannung im wesentlichen freien Ausgangsspannung darf  
20 also noch mit einem Temperaturgang behaftet sein, wenn diese Ausgangsspannung als Eingangsspannung für die Temperaturabhängigkeiten ausregelnde Schaltung verwendet wird. Im Effekt gewährleistet dann die Schaltung, welche den zur Kompensation noch vorhandener Temperaturabhängigkeiten der  
25 Bandgap-Stufe dienenden Strom liefert, gleichzeitig auch noch eine Ausregelung der Temperaturabhängigkeiten, mit denen die Ausgangsspannung der die Versorgungsspannung ausregelnden Schaltung noch behaftet ist.  
30 Weitere Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 ein schematisches Schaltbild einer Schaltung zur Erzeugung einer nur von Schwankungen der Versorgungsspannung freien Ausgangsspannung;

5 Fig. 2 ein Schaltbild einer konkreten Ausführungsform der Schaltung nach Fig. 1;

Fig. 3 ein Schaltbild einer von der Ausgangsspannung einer Schaltung nach Fig. 1 bzw. Fig. 2 angesteuerten Schaltung zur Erzeugung eines in eine Bandgap-Stufe einzuspeisenden Stroms, der zur Kompensation von Temperaturabhängigkeiten der Bandgap-Schaltung dient;

10 und

Fig. 4 ein Gesamtschaltbild einer praktischen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

15

Gemäß Fig. 1 wird in eine Schaltung zur Erzeugung einer nur von Schwankungen einer Versorgungsspannung freien Ausgangsspannung  $U_A$  eine Versorgungsspannung  $U_O$  eingespeist, die mit Schwankungen behaftet ist. Aus dieser Versorgungsspannung  $U_O$

20 wird durch eine im folgenden noch genauer zu erläuternden Bezugsspannungsstufe 10 eine Bezugsspannung erzeugt. Dieser Bezugsspannungsstufe 10 ist eine Transistor-Inverterstufe nachgeschaltet, die durch einen in Emitterschaltung betriebenen Transistor  $T_1$  mit einem Widerstand  $R_1$  im Kollektorzweig und

25 einem Widerstand  $R_2$  im Emitterzweig gebildet wird.

Diese Inverterstufe besitzt näherungsweise den Betrage nach die Verstärkung 1, wenn die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  den gleichen Widerstandswert besitzen. Dabei ist jedoch der durch 30 den Widerstand  $R_2$  fließende Basisstrom des Transistors  $T_1$  nicht berücksichtigt. Aus diesem Grunde ist der Inverterstufe eine Stufe nachgeschaltet, welche zur Kompensation des Basisstroms des Transistors  $T_1$  dient. Diese Stufe ist in der

Schaltung nach Fig. 1 generell durch eine Stromquelle gegeben, durch die dem Unterschied der durch die Widerstände R 1 und R 2 fließenden Ströme aufgrund des Basisstroms des Transistors T 1 Rechnung getragen wird, d.h., die Stromquelle 11 liefert einen solchen Stromanteil, daß die die Widerstände R 1 und R 2 durchfließenden Ströme gleich sind.

Zur Berücksichtigung der Tatsache, daß sich die Basis-Emitter-Spannung des Transistors T 1 noch mit der Versorgungsspannung U 0 ändert, werden die Widerstandswerte der Widerstände R 1 und R 2 so unterschiedlich gewählt, daß die Verstärkung der Transistor-Inverterstufe R 1, T 1, R 2 dem Betrage nach gleich 1 bleibt. Mit anderen Worten ausgedrückt bedeutet dies, daß stromabhängige Änderungen der Basis-Emitterspannung des Transistors T 1 durch Abgleich des Kollektorwiderstandes R 1 und des Emitterwiderstandes R 2 zur Aufrechterhaltung der Verstärkung mit dem Betrage 1, kompensiert werden. Daraus ergibt sich eine Ausgangsspannung U A, die unabhängig von Schwankungen der Versorgungsspannung U 0 ist.

Fig. 2 zeigt eine detailliertere Ausführungsform der Schaltung nach Fig. 1, wobei gleiche Elemente wie in Fig. 1 mit gleichen Bezugssymbolen versehen sind.

Die Stufe zur Kompensation des Basisstroms des Transistors T 1 der Inverterstufe R 1, T 1, R 2 wird durch zwei mit ihren Ausgangskreisen in Reihe geschaltete Transistoren T 3, T 2 gebildet, von denen der Transistor T 3 vom Ausgangssignal der Inverterstufe R 1, T 1, R 2 und der Transistor T 2 von der Bezugsspannung der Bezugsspannungsstufe 10 angesteuert wird. Im Emitterzweig des von der Bezugsspannung angesteuerten Transistors T 2 liegt dabei ein Widerstand R 3. Diese Stufe dient zur Kompensation des Basisstroms des Transistors T 1.

da der Einfluß dieses Basisstroms durch den - annähernd gleich großen - Basisstrom des Transistors T 3 kompensiert wird. Die Stufe 10 zur Erzeugung der Bezugsspannung kann ihrerseits vorzugsweise eine Bandgap-Stufe sein, die von 5 einer Stromquelle gespeist wird. Diese Stromquelle kann durch einen Stromspiegel gebildet werden, der durch die Reihenschaltung eines Transistors T 4, eines Widerstandes R 5, eines als Diode geschalteten Transistors T 6 sowie einen Transistor T 7 gebildet wird. Dieser Stromspiegel wird da- 10 bei von der Ausgangsspannung der Inverterstufe R 1, T 1, R 2 angesteuert. Speziell wird dabei der Transistor T 4 vom Ausgangssignal der Inverterstufe angesteuert.

Die Schaltungsanordnung nach Fig. 2 liefert daher an ihrem 15 Ausgang, d.h., an der Basis des Transistors T 4 eine Ausgangsspannung  $U_A$ , die jedoch noch mit einer Temperaturdrift behaftet ist.

Um unterschiedlichen Belastungen der Schaltung nach Fig. 2 20 Rechnung zu tragen, ist ihrem Ausgang, d.h. dem Transistor T 4 ein Emitterfolger T 8 nachgeschaltet, dessen Basis mit der Basis des Transistors T 4 verbunden ist. Dieser Emitterfolger T 8 arbeitet als entkoppelnder Impedanzwandler, an dem eine Ausgangsspannung  $U_{A'}$  abnehmbar ist.

25 Die Ausgangsspannung  $U_{A'}$  der Schaltung zur Erzeugung einer von Schwankungen der Versorgungsspannung freien Ausgangsspannung wird in eine Schaltung nach Fig. 3 eingespeist, welche einen zur Kompensation noch vorhandener Temperatur- 30 abhängigkeiten einer Bandgap-Stufe 20 dienenden Strom I liefert. Diese Schaltung enthält speziell an ihrem Eingang einen durch Widerstände R 10, R 20, R 30 gebildeten Spannungsteiler. Dieser Spannungsteiler muß jedoch nicht zwingend allein durch Widerstände gebildet werden. Es sind vielmehr

auch Ausführungsformen möglich, bei denen mindestens einer der Widerstände im Spannungsteiler durch eine Diode ersetzt ist.

- 5 Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 liegt am Abgriff zwischen den Widerständen R 20 und R 30 ein Stromquellentransistor T 9, der den Temperaturabhängigkeiten kompensierenden Strom für die Bandgap-Stufe 20 liefert.
- 0 Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann durch wenigstens einen Teil des Spannungsteilers und einen diesem parallel liegenden Transistor eine Spannungsquelle gebildet werden sein, wobei der letztgenannte Transistor mit dem Stromquellentransistor T 9 einen Stromspiegel bildet. Bei 5 dem in Rede stehenden Ausführungsbeispiel wird die Spannungsquelle durch die Widerstände R 20 und R 30 des Spannungsteilers sowie einen mit seiner Kollektor-Emitterstrecke diesen Widerständen parallel liegenden Transistor T 10 gebildet, wobei die Basis dieses Transistors am Abgriff zwischen den 0 Widerständen R 20 und R 30 liegt.

Zur Kompensation des sog. Early-Effektes kann in Reihe zum Stromquellen-Transistor T 9 ein von der von Versorgungsschwankungen freien Ausgangsspannung U A' angesteuerter Transistor T 11 liegen.

Da die Temperaturdrift der Spannung U A' bekannt ist, kann durch Wahl der Widerstandswerte der Widerstände R 10, R 20, R 30 im Spannungsteiler eine gewünschte Temperaturdrift des 50 in die Bandgap-Stufe 20 fließenden Stromes I vorgegeben werden, wodurch Temperaturschwankungen höherer Ordnung, mit denen die Bandgap-Stufe 20 im Sinne der eingangs angeführten Ausführungen noch behaftet ist, kompensiert werden. Die eine Referenzspannung U Ref darstellende Ausgangsspannung der

Bandgap-Stufe 20 ist daher sowohl von Schwankungen der Versorgungsspannung als auch von Temperaturschwankungen frei.

- Fig. 4 zeigt eine praktische Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, wobei gleiche Elemente wie in den Schaltungsanordnungen nach den Figuren 1 bis 3 mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird für die mit gleichen Bezugszeichen versehenen Komponenten der Schaltungsanordnung nach Fig. 4 auf die Ausführungen zu diesen Komponenten nach den Fig. 1 bis 3 Bezug genommen. Bei dieser praktischen Ausführungsform der Schaltungsanordnung nach Fig. 4 wird die Bezugsspannungsstufe 10 nach den Figuren 1 und 2 durch zwei in Reihe liegende Bandgap-Stufen 10-1 und 10-2 gebildet. Es ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, daß zur Realisierung der Bezugsspannungsstufe Bandgap-Stufen verwendet werden. Vielmehr können in dieser Bezugsspannungsstufe beispielsweise auch Dioden vorgesehen werden.
- In der Schaltungsanordnung nach Fig. 4 sind weiterhin zwei Schaltungen zur Erzeugung der von Schwankungen der Versorgungsspannung freien Ausgangsspannung  $U_A'$  vorgesehen, wobei die erste Schaltung, der eine Schaltung nach Fig. 2 in Kaskade nachgeschaltet ist, durch eine der Schaltung nach Fig. 2 entsprechende Schaltung gebildet wird. Um anzudeuten, daß diese erste Schaltung, welche eine Vorstabilisierung der Versorgungsspannung bewirkt, der Schaltung nach Fig. 2 entspricht, sind die Bezugszeichen entsprechender Elemente mit einem Strich versehen. Die die Bezugsspannung liefernde Stufe in der ersten Schaltung wird durch drei in Reihe liegende Bandgap-Stufen 40-1 bis 40-3 gebildet, wobei wiederum darauf hinzzuweisen ist, daß hier nicht notwendig Bandgap-Stufen zur Anwendung kommen können. Ebenso wie bei der durch die Stufen

10-1 und 10-2 gebildeten Bezugsspannungsstufe können die Stufen 40-1 bis 40-3 beispielsweise auch durch eine Diodenkette gebildet werden.

- 5 Auch ist es in der ersten Schaltung nicht unbedingt erforderlich, eine Basisstrom-Kompensation des dem Transistor T 1 entsprechenden Transistors T 1' durchzuführen.

Durch Hinzufügung einer weiteren Schaltung zur Erzeugung  
10 eines Temperaturabhängigkeiten kompensierenden Stroms für die Bandgap-Stufe 20, in der unterschiedliche Werte der in ihr vorhandenen Komponenten gewählt werden können, ergibt sich eine größere Variabilität der Temperaturkompensation. Um anzudeuten, daß diese weitere Schaltung der Schaltung nach Fig.  
15 3 entspricht, sind die entsprechenden Bezugszeichen wiederum mit einem Strich versehen. Wie aus Fig. 4 ersichtlich, liegen dabei die beiden den Strom zur Kompensation von Temperatur- abhängigkeiten liefernden Schaltungen parallel.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer temperatur- und versorgungsspannungsunabhängigen Referenzspannung ( $U_{Ref}$ ) mit einer die Referenzspannung ( $U_{Ref}$ ) liefernden Bandgap-Stufe (20), in die zur Kompensation noch vorhandener Temperatur-abhängigkeiten ein Strom ( $I; I'$ ) mit einer diese Temperatur-abhängigkeiten eliminierenden Charakteristik angespeist wird, gekennzeichnet durch eine Schaltung (Fig. 1, Fig. 2) zur Erzeugung einer nur von Schwankungen der Versorgungsspannung ( $U_0$ ) im wesentlichen freien Ausgangsspannung ( $U_{A'}$ ) und eine von der Ausgangsspannung ( $U_{A'}$ ) angesteuerte Schaltung (Fig. 3), welche den zur Kompensation noch vorhandener Temperaturabhangigkeiten dienenden Strom ( $I; I'$ ) liefert.
- 15 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung (Fig. 1, Fig. 2) zur Erzeugung der von Schwankungen der Versorgungsspannung ( $U_0$ ) im wesentlichen freien Ausgangsspannung ( $U_{A'}$ ) folgende Komponenten aufweist:
  - 20 Eine eine Bezugsspannung liefernde Bezugsspannungsstufe (10; 10-1, 10-2), eine von der Bezugsspannung angesteuerte Transistor-Inverterstufe ( $R_1, T_1, R_2$ ) mit der Verstärkung 1 und eine der Transistor-Inverterstufe ( $R_1, T_1, R_2$ ) nachgeschaltete Stufe (11;  $T_3, T_2, R_3$ ) zur Kompensation des Basisstroms der Inverterstufe ( $R_1, T_1, R_2$ ).
  - 25 3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Transistor-Inverterstufe ( $R_1, T_1, R_2$ ) einen in Emitterschaltung betriebenen Transistor ( $T_1$ ) mit je einem Kollektor- und Emitterwiderstand ( $R_1, R_2$ ) aufweist, die so abgeglichen sind, daß stromabhängige Änderungen der Basis-Emitterspannung

des Transistors (T 1) zur Aufrechterhaltung der Verstärkung (1) kompensiert sind.

4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Stufe (T 3, T 2, R 3) zur Kompensation des Basisstroms der Inverterstufe (R 1, T 1, R 2) zwei mit ihren Ausgangskreisen in Reihe geschaltete Transistoren (T 3, T 2) aufweist, von denen einer (T 3) vom Ausgangssignal der Inverterstufe (R 1, T 1, R 2) und der andere (T 2) von der Bezugsspannung angesteuert ist, und daß im Emitterzweig des von der Bezugsspannung angesteuerten Transistors (T 2) ein Widerstand (R 3) liegt.
5. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Stufe (10) zur Erzeugung der Bezugsspannung mindestens eine von einer Stromquelle (T 4, R 5, T 6, T 7) gespeiste Bandgap-Stufe (beispielsweise 10-1) enthält.
6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Stromquelle (T 4, R 5, T 6, T 7) als Stromspiegel ausgebildet ist.
7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Stromspiegel (T 4, R 5, T 6, T 7) von der Ausgangsspannung der Inverterstufe (R 1, T 1, R 2) angesteuert ist.
8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltung (Fig. 2) zur Erzeugung der Ausgangsspannung ( $U_{A'}$ ) ein Emitterfolger (T 8) nachgeschaltet ist.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine Kaskadenschaltung mindestens zweier Schaltungen zur Erzeugung der von Schwankungen der Versorgungsspannung ( $U_0$ ) im wesentlichen freien Ausgangsspannung ( $U_{A'}$ ) (Fig. 4).

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung (Fig. 3), welche den zur Kompensation noch vorhandener Temperaturabhängigkeiten dienenden Strom (I) liefert, einen an den Ausgang der Schaltung (Fig. 2) zur Erzeugung einer von Schwankungen der Versorgungsspannung ( $U_0$ ) im wesentlichen freien Ausgangsspannung ( $U_{A'}$ ) angekoppelten Spannungsteiler ( $R_{10}, R_{20}, R_{30}$ ) und einen an einem Abgriff dieses Spannungsteilers ( $R_{10}, R_{20}, R_{30}$ ) liegenden Stromquellen-Transistor (T 9) aufweist, über den der Temperaturabhängigkeiten kompensierende Strom (I) in die die Referenzspannung ( $U_{Ref}$ ) liefernde Bandgap-Stufe (20) eingespeist ist.

20

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß durch wenigstens einen Teil ( $R_{20}, R_{30}$ ) des Spannungsteilers ( $R_{10}, R_{20}, R_{30}$ ) und einen diesem parallel liegenden Transistor (T 10) eine Spannungsquelle gebildet ist und daß der Transistor (T 10) der Spannungsquelle ( $R_{20}, R_{30}, T_{10}$ ) mit dem Stromquellen-Transistor (T 9) einen Stromspiegel bildet.

12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe zum Stromquellen-Transistor (T 9) ein von der von Versorgungsspannungsschwankungen freien Ausgangsspannung ( $U_{A'}$ ) angesteuerter Transistor (T 11) liegt.

0162266

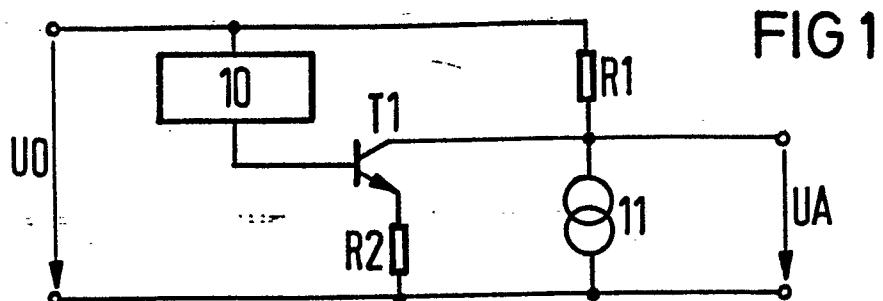
- 13 -

VPA 84 P 5302 E

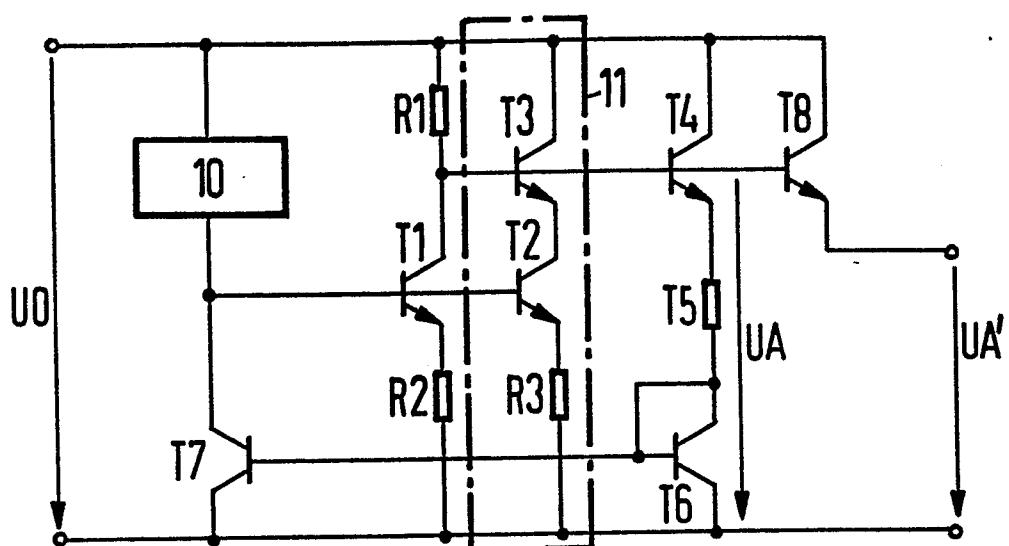
13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
gekennzeichnet durch eine Parallelschaltung  
wenigstens zweier den Strom ( $I$ ,  $I'$ ) zur Kompensation von  
Temperaturabhängigkeiten liefernden Schaltungen (Fig. 4).

0162266

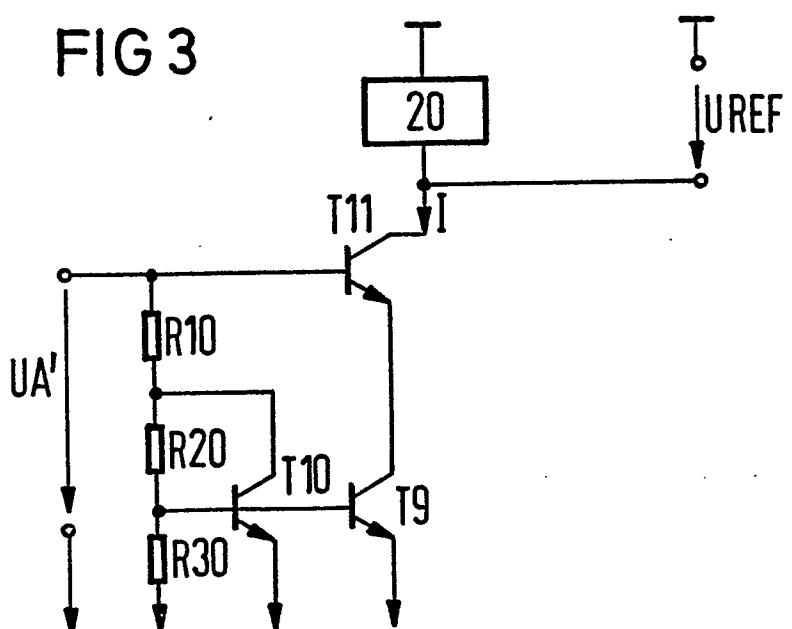
1/2



**FIG 2**



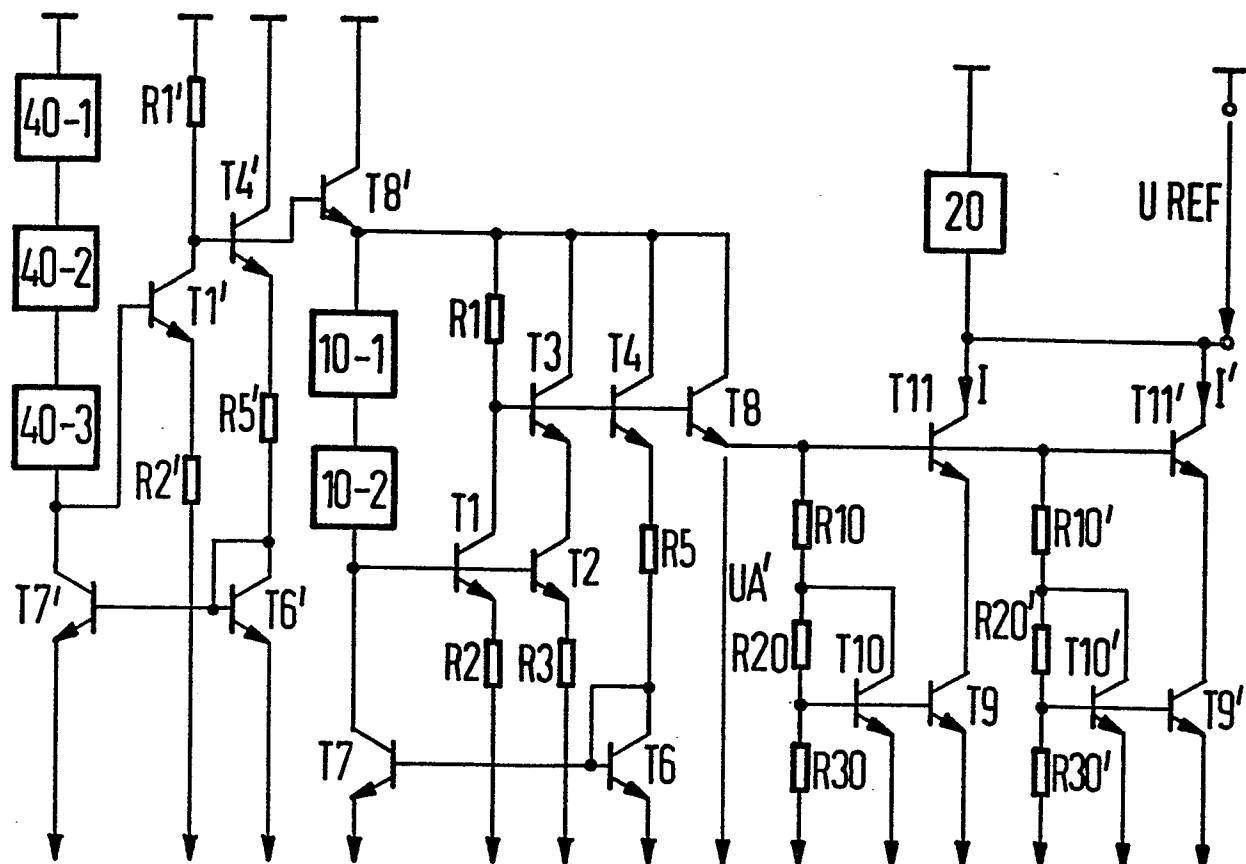
**FIG 3**



0162266

2/2

FIG 4





Europäisches  
Patentamt

**EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT**

**0162266**

EP 85 10 4314

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	US-A-4 325 017 (RCA) * Spalte 4, Zeile 7 - Spalte 5, Zeile 8; Figur 6 *	1	G 05 F 3/30
A	---		
A	EP-A-0 075 221 (SIEMENS) * Figur 3 *	1	
A	---		
A	US-A-4 064 448 (FAIRCHILD) * Figur 3 *	1,7,8	
A,D	---		
A,D	US-A-4 249 122 (NATIONAL SEMICONDUCTOR)		
A,D	IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, Band SC-15, Nr. 6, Dezember 1980, Seiten 1033-1039, IEEE, New York, US; P.H. SAUL u.a.: "An 8-bit, 5 ns monolithic D/A converter subsystem"		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.4)
	-----		G 05 F 3/00
	-----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>	Abschlußdatum der Recherche <b>25-07-1985</b>	Prüfer <b>ZAEGEL B.C.</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
A : technologischer Hintergrund	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument		
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			