

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

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 27.11.85 Patentblatt 85/48

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

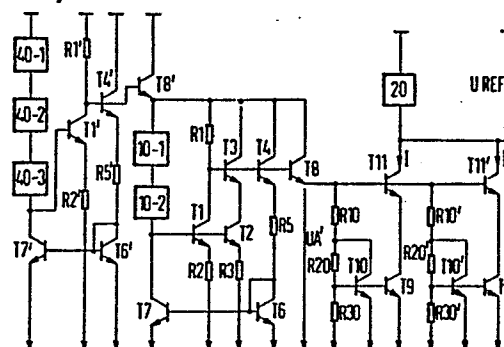
71 Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft
 Berlin und München Wittelsbacherplatz 2
 D-8000 München 2(DE)

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

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



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 bei-
spielsweise 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 Temperaturkoeffi-
20 zienten der in ihr verwendeten Bauelemente 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-
25 Temperatur-Kurve lediglich in einem schmalen Temperaturbe-
reich gerade, d.h., temperaturunabhängig. Tatsächlich be-
sitzen derartige Schaltungen noch einen Temperaturgang, der
beispielsweise gemäß der Veröffentlichung "IEEE Journal of
Solid-State Circuits", Vol. SC. 15, Nr. 6, Dezember 1980,
30 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 Temperatureffekten 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 beispielsweise schon aus der US-PS 4 249 122 und aus der oben-
10 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 Temperaturgang 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 Erzeugung 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 erfüllt. 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 Regelmechanismen 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 Temperatureffekten in einem weiten Temperaturbereich andererseits voneinander entkoppelt sind.

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

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung besitzt den Vorteil, daß bei der Ausregelung von Versorgungsspannungsschwankungen in einer Schaltung nur diese Versorgungsspannungsschwankungen 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 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 Bandgap-Stufe dienenden Strom liefert, gleichzeitig auch noch eine Ausregelung der Temperaturabhängigkeiten, mit denen die Ausgangsspannung der die Versorgungsspannung ausregelnden Schaltung noch behaftet ist.

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
10 Temperaturabhängigkeiten der Bandgap-Schaltung dient;

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_0 eingespeist, die mit Schwankungen behaftet ist. Aus dieser Versorgungsspannung U_0
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 dem 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 Bezugszeichen 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 Reihen-
schaltung 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 Aus-
gangssignal der Inverterstufe angesteuert.

Die Schaltungsanordnung nach Fig. 2 liefert daher an ihrem
15 Ausgang, d.h., an der Basis des Transistors T 4 eine Aus-
gangsspannung 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 Ausgangs-
spannung 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 Spannungs-
teiler. 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.
- 10 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 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 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 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 hinzuweisen 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.

- 10 Durch Hinzufügung einer weiteren Schaltung zur Erzeugung 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 anzuzeigen, 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 Temperaturabhängigkeiten 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-
5 abhängigkeiten ein Strom (I ; I') mit einer diese Temperaturabhängigkeiten eliminierenden Charakteristik angespeist wird, g e k e n n z e i c h n e t durch eine Schaltung (Fig. 1, Fig. 2) zur Erzeugung einer nur von Schwankungen der Versorgungsspannung (U_0) im wesentlichen freien Ausgangs-
10 spannung ($U_{A'}$) und eine von der Ausgangsspannung ($U_{A'}$) angesteuerte Schaltung (Fig. 3), welche den zur Kompensation noch vorhandener Temperaturabhängigkeiten dienenden Strom (I ; I') liefert.
- 15 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, 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) nachge-
25 schaltete Stufe (11; T_3 , T_2 , R_3) zur Kompensation des Basisstroms der Inverterstufe (R_1 , T_1 , R_2).
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 und/oder 2, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Transis-
30 tor-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,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Stufe
(T 3, T 2, R 3) zur Kompensation des Basisstroms der In-
verterstufe (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,
10 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,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, 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.
- 20 6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die
Stromquelle (T 4, R 5, T 6, T 7) als Stromspiegel ausge-
bildet ist.
- 25 7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Strom-
spiegel (T 4, R 5, T 6, T 7) von der Ausgangsspannung der
Inverterstufe (R 1, T 1, R 2) angesteuert ist.
- 30 8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Schal-
tung (Fig. 2) zur Erzeugung der Ausgangsspannung (U A') ein
Emitterfolger (T 8) nachgeschaltet ist.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
g e k e n n z e i c h n e t durch eine Kaskadenschaltung
mindestens zweier Schaltungen zur Erzeugung der von
Schwankungen der Versorgungsspannung (U_0) im wesentlichen
5 freien Ausgangsspannung ($U_{A'}$) (Fig. 4).

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die
Schaltung (Fig. 3), welche den zur Kompensation noch vor-
handener 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 Ab-
15 griff 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) ein-
gespeist ist.

20

11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t, 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
25 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, d a -
30 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß in Reihe zum
Stromquellen-Transistor (T_9) ein von der von Versorgungs-
spannungsschwankungen freien Ausgangsspannung ($U_{A'}$) ange-
steuerter Transistor (T_{11}) liegt.

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).

FIG 1

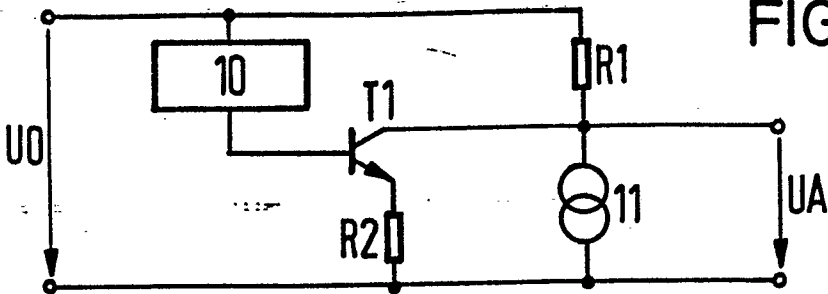


FIG 2

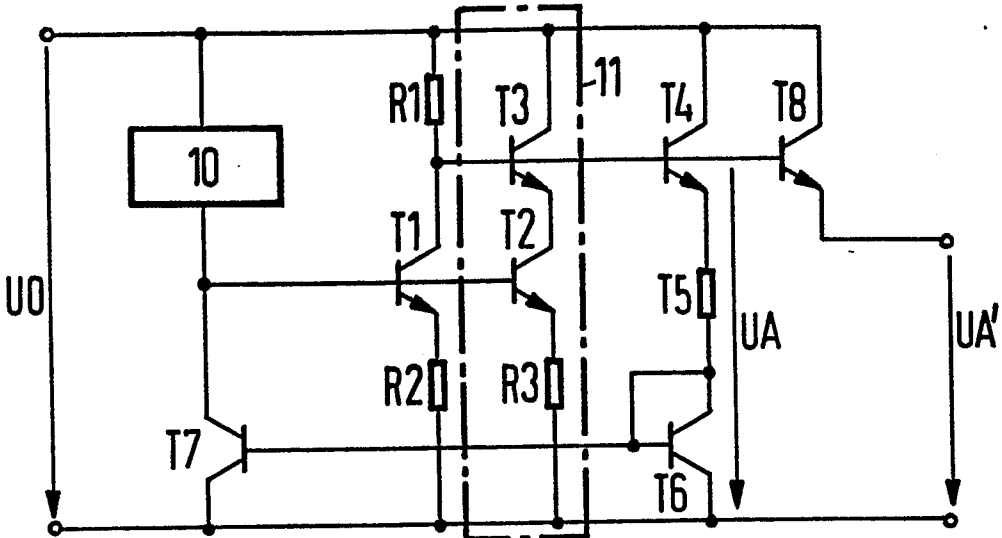
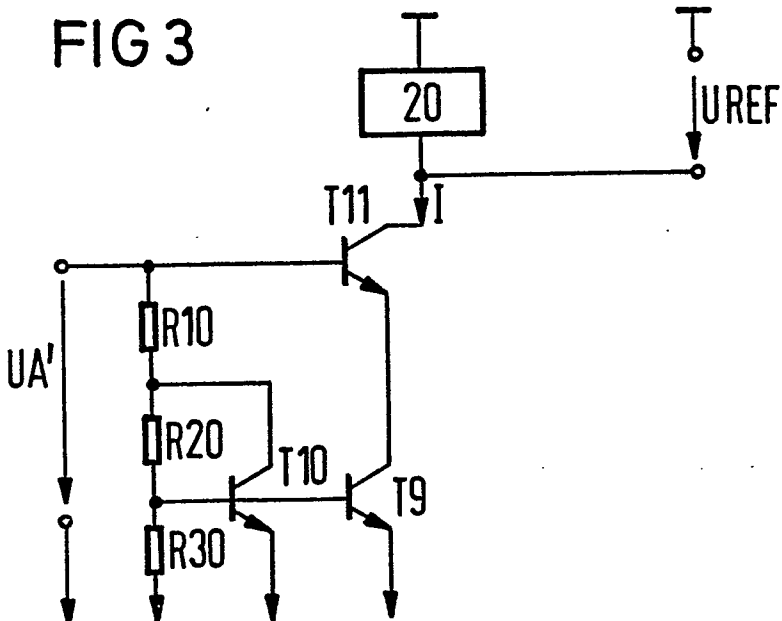
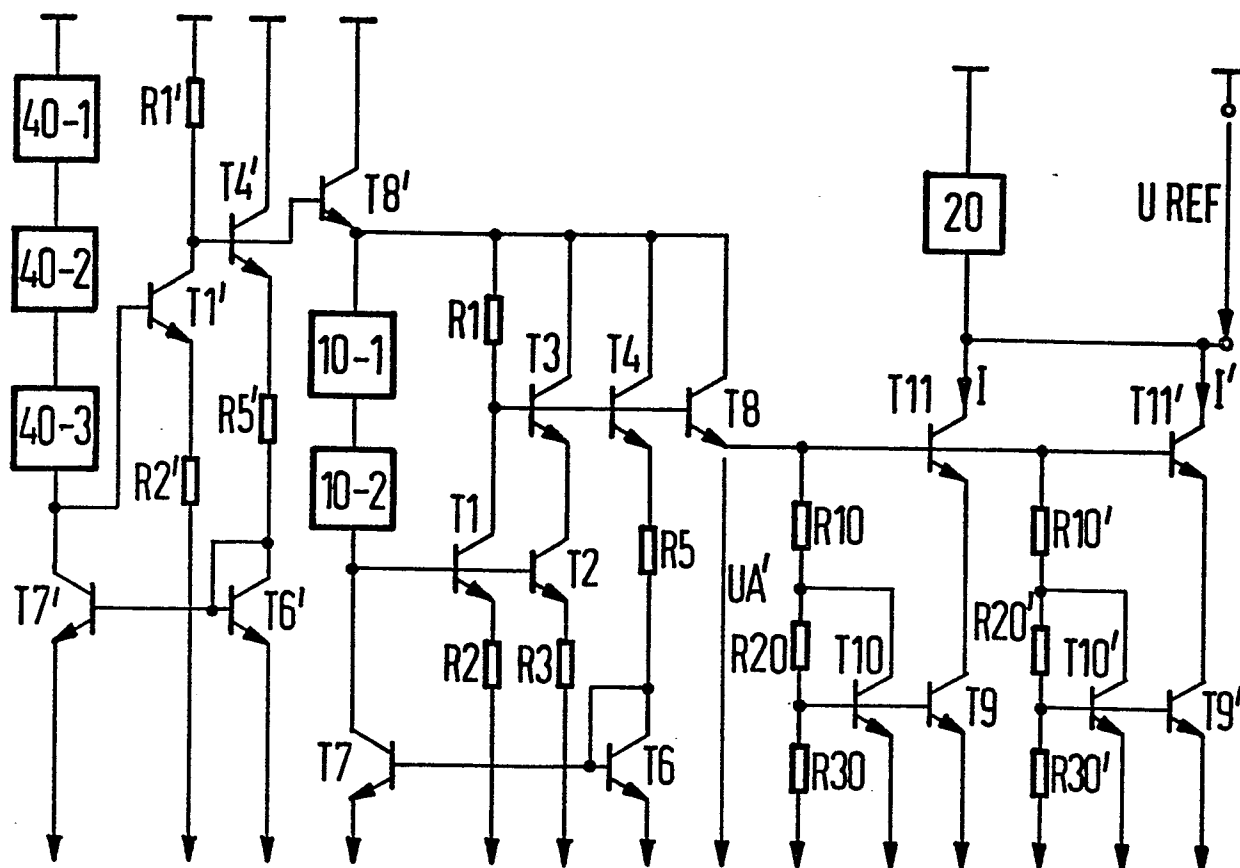


FIG 3



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	Betrifft 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	EP-A-0 075 221 (SIEMENS) * Figur 3 *	1	
A	US-A-4 064 448 (FAIRCHILD) * Figur 3 *	1,7,8	
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 DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25-07-1985	Prüfer ZAEGEL B.C.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			