



ESPAÑA

CONCEDIDA

PATENTE DE INVENCION

10 ES

11

21

22

NUMERO

460.207

10 A1

FECHA DE PRESENTACION

28.6.77

60 PRIORIDADES: 61 NUMERO	62 FECHA	63 PAIS
758.629	12.1.1977	estadounidense

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G 05 F	

54 TITULO DE LA INVENCION
CIRCUITO DE REFERENCIA DE TENSION INSENSIBLE A LA TEMPERATURA.

71 SOLICITANTE (S)
JOHNSON & JOHNSON

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
501 George Street - New Brunswick - New Jersey - ESTADOS UNIDOS.

72 INVENTOR (ES)
Robert Turner, de nacionalidad estadounidense.

73 TITULAR (ES)
El mismo solicitante.

74 REPRESENTANTE
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.

20 JUL. 1978

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta. UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Se describe un circuito de referencia de tensión insensible a la temperatura para ser utilizado entre una fuente de suministro de tensión y la entrada de referencia de un amplificador o de un comparador, que presenta un valor de coeficiente de temperatura general extremadamente pequeño, que se acerca a cero, en una amplia gama de funcionamiento para suministrar una tensión de referencia estable a pesar de las variaciones de temperatura. Preferentemente, un transistor está conectado con su emisor unido a masa y se utiliza su colector como circuito de salida que alimenta la entrada de referencia. Un divisor de tensión ajustable puede conectarse entre la fuente de suministro de tensión y la salida del circuito, estando el punto intermedio conectado con la base del transistor.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

En el pasado, los circuitos de tensión de referencia destinados a ser empleados entre una fuente de suministro de tensión y un terminal de entrada de un amplificador de referencia y de un comparador, incluían componentes o circuitos de compensación de temperatura. Más generalmente, la fuente de suministro de tensión está conectada con un diodo unido a masa a través de una resistencia. El diodo está orientado de modo que su polarización haga que deje pasar la corriente hacia masa. Con este circuito, el lado del diodo de la resistencia de alimentación constituye el terminal de salida de tensión que está conectado con el terminal de entrada del amplificador de referencia o del comparador. La caída de tensión de 0,6 voltio a través del diodo proporciona una tensión de referencia relativamente estable en el amplificador.

Sin embargo, el problema que se plantea con este circuito consiste en que la tensión de referencia suministrada al terminal de entrada del amplificador o del comparador, aunque sea reducida o limitada por el diodo varía de hecho en razón del coeficiente de temperatura del diodo. Nominalmente, esta variación puede alcanzar 3 milivoltios por grado centígrado..

Un procedimiento de diseño que compensa el coeficiente de temperatura del diodo consiste en emplear dos diodos adaptados con precisión y conectados en serie con masa. La finalidad de este procedimiento consiste en crear un divisor de tensión con los diodos y en confiar que los diodos presentarán una variación similar con la temperatura. En este caso, se mantendrá una relación que dará lugar a la aplicación del mismo valor de tensión del amplificador. Sin embargo, este apareamiento de los diodos es muy costoso y su precio es prohibitivo en numerosos circuitos. Un circuito equivalente al procedimiento de los diodos dobles descrito más arriba, consiste en utilizar un solo transistor conectado para funcionar como los dos diodos apareados con precisión. En este circuito, la unión colector-base forma un diodo y la unión base-emisor forma el otro diodo. Por tanto, se ha utilizado un solo transistor conectado con sus terminales de colector y base unidos conjuntamente y su terminal de emisor conectado con masa. En este circuito, una fuente de suministro de tensión se aplica al colector a través de una resistencia de alimentación limitadora de corriente y se utiliza el colector como terminal de salida del circuito. Sin embargo, como en el caso del circuito anterior, la selección de un transistor adecuado que presenta uniones de diodo-colector-base y base-emisor adaptadas con preci-

sión con coeficientes de temperatura idénticos, es una operación costosa. Además, incluso con los transistores que han sido elegidos con la mayor precisión, sigue produciéndose una variación de temperatura incluida en la gama de 200 a 300 partes por millón, es decir un cambio de 0,02 a 0,3% en la gama de temperatura de trabajo.

Por tanto, un objeto del presente invento consiste en proporcionar un circuito de referencia de temperatura que presenta un coeficiente de temperatura general extremadamente bajo, que se acerca a un coeficiente de temperatura nulo.

Un segundo objeto del invento consiste en proporcionar un circuito de este tipo que pueda ser construido con componentes económicos y disponibles fácilmente.

Otro objeto más del invento consiste en proporcionar este circuito de referencia con coeficiente de temperatura igual a cero utilizando los componentes económicos, y realizando la compensación de temperatura para contrarrestar y anular el efecto de la variación normal de temperatura en los componentes económicos.

20

RESUMEN DEL INVENTO

Los objetos del invento se consiguen por medio de un circuito de referencia insensible a la temperatura ambiente que puede ser conectado entre una fuente de suministro de tensión y la entrada de un amplificador de referencia o de un comparador en el cual un dispositivo semiconductor tal como un transistor NPN puede ser conectado para utilizar sus uniones características de diodo efectivas como un circuito de dos diodos en serie unidos a masa, con el objeto de mantener o estabilizar el punto de conexión entre la fuente de suministro de tensión y un terminal de entrada de referencia de un

25

30

amplificador o comparador de este tipo en un valor de tensión estable a pesar de las variaciones de la temperatura ambiente.

Una resistencia de alimentación fija puede conectarse en serie con la fuente de suministro de tensión. El terminal de base del transistor puede conectarse con esta resistencia. Una resistencia variable puede unir el terminal de colector con el terminal de base del transistor. El terminal de colector del transistor puede ser utilizado como terminal de salida del circuito que ha de ser conectado con el terminal de entrada de referencia de un amplificador o de un comparador.

La resistencia variable puede ser ajustada para compensar la variación normal de temperatura del transistor. Una relación de resistencia entre la resistencia variable y la resistencia fija permite ajustar la circulación de la corriente entre los terminales de colector y de base de transistor, lo que tiene un efecto, a su vez, sobre el coeficiente de temperatura del conjunto de circuito. Un reglaje adecuado de la resistencia variable puede facilitar un coeficiente de temperatura extremadamente reducido para el circuito, y de hecho un coeficiente de temperatura nominalmente nulo, lo que conduce a la obtención de un circuito insensible a la temperatura ambiente.

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS DIBUJOS

Las varias ventajas y características del invento podrán verse claramente leyendo la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos de las figuras 1 y 2 que representan un esquema eléctrico del circuito según el invento, utilizando un transistor NPN y un transistor PNP, respectivamente, y en las cuales se utilizan los mismos números de referencia para indicar elementos idénticos.

Un circuito de referencia de tensión con un coeficiente de temperatura nulo puede ser construido de la manera ilustrada en los dibujos adjuntos. Un circuito de este tipo proporcionará una tensión de referencia regulada que se mantendrá estable a pesar de los cambios de temperatura ambiente.

Las características eléctricas de los varios componentes del circuito cambian con las variaciones de temperatura ambiente en función con la calidad del componente. Las características de los transistores, las características de los diodos y las características de las resistencias, cambian con la temperatura ambiente. Esta propensión al cambio se llama "coeficiente de temperatura" (T_c). Para cualquier componente se indica en unidades de cambio por grados centígrados por encima o por debajo de la temperatura nominal de funcionamiento. A cualquier componente del circuito puede asignarse un valor numérico que indique este cambio de característica. Numerosos coeficientes de temperatura (T_c) tienen un valor positivo que significa que este valor particular de característica aumenta cuando la temperatura ambiente se eleva (de manera directamente proporcional). Sin embargo, no es infrecuente que los componentes de un circuito presenten un coeficiente de temperatura negativo, lo que significa que el valor de la característica disminuye cuando la temperatura ambiente aumenta (de manera inversamente proporcional).

Un transistor 11 del tipo NPN, disponible corrientemente, por ejemplo del tipo 2N4274, figura 1, puede conectarse con su terminal de emisor 13 unido a la masa y su terminal de colector 15 unido a su terminal de base 17 a través de una resistencia variable 19. El terminal de base 17 está conectado con una fuente de suministro de tensión positiva $V+$ por

medio de una resistencia fija 21. La resistencia 21 limita la corriente suministrada por V+. El terminal de colector 15 constituye la salida, Eo, del circuito y debe conectarse con la entrada de un amplificador o de un comparador.

5 Normalmente, la caída de tensión a través de la unión colector-base y a través de la unión base-emisor es de 0,6 a 0,7 voltio. Pueden producirse variaciones entre un transistor determinado y entre otro transistor, y entre las uniones de un transistor particular. Debido a que en los transistores menos costosos el procedimiento de dopado no es extremadamente preciso, el coeficiente de temperatura (Tc) de las uniones individuales de "efecto de diodo" (colector-base y base-emisor) puede variar en estos transistores menos costosos, es decir que la caída de tensión a través de cada unión no cambia de la misma manera en función de los cambios de la temperatura ambiente. Por tanto, con estos transistores, el Tc de la unión colector-base es a menudo diferente del Tc de la unión base-emisor. Por tanto, se pierde el efecto de regulación de tensión con los cambios de la temperatura ambiente.

10

15

20 En un transistor económico de este tipo, el coeficiente de temperatura de las dos uniones de "efecto de diodo" puede variar hasta en 1-2 milivoltios por grado centígrado.

25 Con la resistencia variable 19 que conecta el colector 15 con la base 17 del transistor 11, se regula o se limita la cantidad de corriente que circula a través de la unión colector-base del transistor 11. Ajustando la resistencia 19, es posible adaptar el coeficiente eficaz de temperatura de la unión colector-base del transistor 11 con el de la unión base-emisor. Las resistencias 19, 21 forman una especie de divisor de tensión, cuya toma intermedia está conectada con la base

30

17 del transistor 11. La relación resistiva entre la resistencia 19 y la resistencia 21 tiene un efecto sobre la circulación de la corriente en el circuito a través de la unión colector-base y a través de la unión base-emisor, y a su vez esta corriente tiene un efecto sobre el coeficiente de temperatura eficaz general del circuito.

5 Cuando el valor de la resistencia 19 entre colector y base es superior al valor de la resistencia de alimentación 21, el coeficiente eficaz de temperatura general del circuito tiene un valor positivo. Esto quiere decir que la tensión de salida del colector 11 del transistor aumentará al elevarse la temperatura ambiente. Cuando se reduce el valor de la resistencia 19 entre colector y base, de modo que este valor de la resistencia 19 sea inferior al valor de la resistencia 21 de la tensión de alimentación, el coeficiente de temperatura positivo comienza a disminuir, de manera lineal, pasando por un punto cero y se transforma en un coeficiente de temperatura negativo con el cual la tensión de la totalidad del circuito disminuye cuando la temperatura ambiente aumenta.

10 Un valor típico de la resistencia de alimentación 21 es de 56 K ohmios. Cuando se emplea en el circuito un transistor disponible corrientemente, tal como el transistor 2N4274 mencionado más arriba dotado de un coeficiente de temperatura positivo, se obtiene un coeficiente de temperatura nulo en el conjunto del circuito ajustando el valor de la resistencia 19 entre colector y base de modo que sea igual aproximadamente al 20% del valor de la resistencia de alimentación 21. Cuando la resistencia de alimentación 21 tiene un valor de 56 K ohmios, se obtiene un coeficiente de temperatura cero teniendo la resistencia 19 entre colector y emisor un valor de aproxi-

madamente 12 K ohmios.

5 Cuando se establece un coeficiente de temperatura nulo en el circuito, el coeficiente de temperatura de las dos resistencias individuales 19, 21, debe también tenerse en cuenta. Cuando se diseñan circuitos microelectrónicos que emplean resistencias de capa fina, se especifica generalmente el coeficiente de temperatura de las resistencias. Además, puede obtenerse a menudo resistencia de película gruesa con un coeficiente de temperatura positivo o negativo sin aumentar su coste. Idealmente, es conveniente que las resistencias 19, 10 21 tengan coeficientes de temperatura adaptados para que sus coeficientes delta varíen de la misma manera con la temperatura. La resistencia de alimentación 21 de la figura 1, por tanto puede estar constituida por una resistencia de capa gruesa con un coeficiente de temperatura igual aproximadamente a 19 para un valor óhmico nominal de 56 K ohmios. Eligiendo una resistencia ajustable de capa gruesa para la resistencia 19 entre colector y emisor, puede ajustarse la resistencia 19 para 15 aumentar su valor óhmico obteniéndose así un valor de temperatura que tiende a ser negativo, es decir un coeficiente de temperatura menos positivo. 20

El presente invento, según se describe más arriba, puede ser realizado en microcircuitos utilizando resistencias de capa gruesa ajustables tanto para la resistencia 19 entre 25 colector y emisor como para la resistencia de alimentación 21. En este caso, la resistencia 21 se ajusta en primer lugar para fijar la tensión de referencia y a continuación se ajusta la resistencia 19 para obtener en el conjunto del circuito un coeficiente de temperatura nulo.

30 Cuando se realiza este circuito, es preciso someter

en primer lugar los componentes a una temperatura de prueba sustancialmente superior a la temperatura de funcionamiento. Se ensamblará el circuito y las resistencias 21 y 19 se ajustarán para obtener un coeficiente de temperatura cero. Debido al valor de coeficiente de temperatura constante atribuible al material semiconductor, es preciso establecer solamente dos puntos de temperatura de prueba para definir un coeficiente de temperatura. Por tanto, se establece así un coeficiente de temperatura nominalmente igual a cero para el circuito de referencia de tensión estabilizada destinado a una gama de funcionamiento de 0 a +55° C.

Quando se necesita una tensión de referencia negativa, se utiliza el modo de realización ilustrado en la figura 2. Un transistor 23 del tipo PNP está conectado con su terminal de emisor 25 unido a masa y su terminal de colector 27 unido con su terminal de base 29 a través de una resistencia variable 19. El terminal de base 19 está conectado con una fuente de suministro de tensión negativa V- a través de una resistencia fija 21. La resistencia 21 limita la corriente suministrada por V-. La relación entre la resistencia 19 y la resistencia 21 tiene un efecto sobre el coeficiente de temperatura del circuito. El terminal de colector 27 constituye la salida Eo del circuito, la cual puede conectarse a la entrada de un amplificador o de otro componente del circuito.

Las descripciones de circuito que se dan más arriba pueden alterarse para constituir otros modos de realización sin alejarse del alcance del invento. Por ejemplo, en lugar del transistor 11 podría utilizarse un par de diodos. En lugar de las resistencias 19, 21 podrían emplearse otros me-

dios de limitación de corriente. Se entiende que las descripciones de circuito tienen un carácter meramente ilustrativo y ningún carácter limitativo.

5 En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

10 1. - Circuito de referencia de tensión insensible a la temperatura destinado a ser utilizado con una fuente de suministro de tensión para obtener una regulación de tensión independiente de la temperatura ambiente con un coeficiente de temperatura nominalmente igual a cero, que incluye:

un primer dispositivo semiconductor para proporcionar una primera característica de diodo con un primer coeficiente de temperatura;

15 un segundo dispositivo semiconductor para proporcionar una segunda característica de diodo con un segundo coeficiente de temperatura, estando dicho segundo dispositivo semiconductor conectado en serie con dicho primer dispositivo semiconductor y con la masa;

20 un primer dispositivo limitador de corriente conectado entre dicha fuente de suministro de tensión y el punto de interconexión de dichos primero y segundo dispositivos semiconductores; y

25 un segundo dispositivo limitador de corriente conectado a través de dicho primer dispositivo semiconductor, teniendo dicho segundo dispositivo limitador de corriente un valor ajustable, eligiéndose dicho valor de modo que el coeficiente de temperatura general de dicho circuito sea nominalmente igual a cero.

30 2. - Circuito según la reivindicación 1, caracteri

zado porque dicha fuente de suministro de tensión proporciona una tensión negativa y porque dicho primer dispositivo semiconductor incluye la unión colector-base de un transistor PNP y porque dicho segundo dispositivo semiconductor incluye la unión base-emisor de dicho transistor PNP, estando dicho transistor PNP conectado con su emisor unido a masa y constituyendo su colector la salida del circuito.

3. - Circuito según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha fuente de suministro de tensión proporciona una tensión positiva y porque dicho primer dispositivo semiconductor incluye la unión colector-base de un transistor NPN y porque dicho segundo dispositivo semiconductor incluye la unión base-emisor de dicho transistor tipo NPN, estando dicho transistor tipo NPN conectado con su emisor unido a masa y constituyendo su colector el circuito de salida.

4. - Circuito según la reivindicación 3, caracterizado porque dicho dispositivo primero limitador de corriente, incluye una primera resistencia, estando dicha primera resistencia conectada entre dicha fuente de suministro de tensión y dicha base de transistor.

5. - Circuito según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho segundo limitador de corriente incluye una segunda resistencia conectada entre dicho colector de transistor y dicha base de transistor, y teniendo un valor con respecto al valor de dicha primera resistencia tal que el coeficiente general de temperatura del circuito sea igual nominalmente a cero.

6. - Circuito según la reivindicación 5, caracterizado porque dicha segunda resistencia es una resistencia variable.

30
109

7.- Circuito según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho valor de la resistencia variable es igual al 20% del valor de dicha primera resistencia..

5 8.- Circuito según la reivindicación 7, caracterizado porque dicha primera resistencia es una resistencia de aproximadamente 56 K ohmios, porque dicha resistencia variable tiene su valor ajustado aproximadamente en 12 K ohmios y porque dicho transistor es de un tipo similar al tipo 2N4274.

10 9.- Circuito según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho primer y segundo dispositivo semiconductor comprenden respectivamente las uniones de un transistor conectado con su emisor a masa y su colector al circuito de salida, teniendo dicho transistor coeficientes de temperatura individuales y diferentes en sus uniones colector-base y base-emisor, y porque dicho primer y segundo dispositivos limitador de corriente comprenden respectivamente unas resistencias de un divisor de tensión, estando dicho divisor de tensión, conectado entre dicho suministro de tensión y dicho colector del mencionado transistor, con una toma intermedia conectada a dicha base de dicho transistor haciendo la relación de divisor de tensión, conectado entre dicho suministro de tensión y dicho colector del mencionado transistor, con una toma intermedia conectada a dicha base de dicho transistor, haciendo la relación del divisor de tensión que el coeficiente de temperatura general del circuito sea nominalmente igual a cero.

20 10.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:

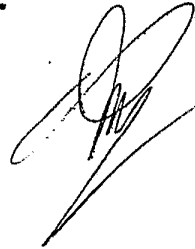
25 "CIRCUITO DE REFERENCIA DE TENSION INSENSIBLE A LA TEMPERATURA".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva, que consta de trece páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 28 de junio de 1977

BERNARDO UNGRIA

P.P.



5

10

15

20

25

30



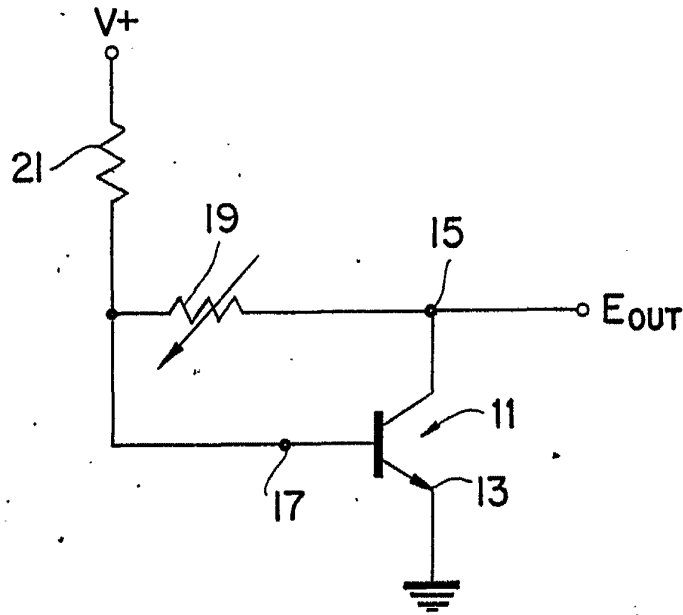


FIG-1

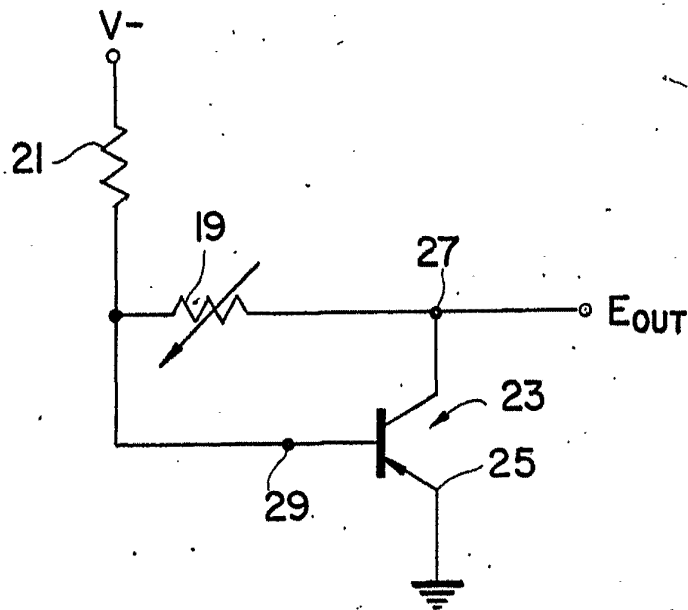


FIG-2

ESCALA VARIABLE
Madrid, 28 de Julio de 1977
BERNARDO UNGRIA