

386770

31



P. 46438.-

PHN 4488
Spain
VD/EV

Memoria descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION
CLASE <u>H02</u>
SUBCLASE <u>M</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de N.V. PHILIPS'GLOELAMPENFABRIEKEN

entidad / ~~de nacionalidad~~: holandesa

con domicilio en Emmasingel 29, Eindhoven, Holanda

por: "UNA DISPOSICION DE MANANTIAL DE CORRIENTE DE MICROAMPERIOS PARA UN CIRCUITO INTEGRADO" (Clase Internacional H02j).



5 La invención se refiere a un manantial de corriente
de microamperios para un circuito integrado, en el cual es
derivada de una corriente continua de control del orden de
10 microamperios o menor, una corriente continua atenuada,
fluyendo la corriente continua de control a través de un
primer circuito que incluye una unión de rectificación,
mientras la corriente continua atenuada fluye a través del
circuito de emisor-colector de un transistor cuyo circuito
de base-emisor ha sido incluido en un segundo circuito que
10 tiene el mismo sentido de paso y ha sido conectado en pa-
ralelo al circuito anteriormente citado, siendo derivada
una corriente continua sustancialmente libre de señales,
para al menos un transistor del circuito integrado, del co-
lector del anteriormente citado transsistor, habiendo sido
15 incluida una resistencia en el bucle cerrado constituido
por los dos circuitos en paralelo.

Un manantial conocido de corriente de microamperios
de este tipo incluye un transistor que está conectado como
un diodo en paralelo con la combinación en serie de la ba-
20 se y emisor de otro transistor y una resistencia. La co-
rriente de entrada a atenuar es suministrada al diodo, sien-
do la corriente de salida atenuada tomada del colector del
transistor. El factor de atenuación α es ajustado por me-
dio de la resistencia, siendo α igual a la relación entre
25 la corriente de salida y la corriente de entrada. La resis-
tencia está determinada por la siguiente expresión:

$$R = \frac{kT}{q} \cdot \frac{\ln \alpha}{i} \quad (1)$$

en esta expresión, R es el valor de dicha resistencia, T

28.12.70

386770

310



es la temperatura del manantial de corriente de microamperios, en grados Kelvin, q es la carga unidad de un electrón e i es la corriente de salida. La expresión anterior (1) muestra claramente que el valor de la resistencia R debe ser muy grande si se requiere una corriente de salida i muy pequeña. Así, se puede calcular por medio de la citada expresión que si, por ejemplo, partiendo de una corriente de entrada de 10 microamperios se desea una corriente de salida de 0,1 microamperios, es requerida una resistencia de 1,2 megohmios. Tal resistencia no puede ser hecha en forma integrada.

Otro manantial de corriente conocido de microamperios del citado tipo incluye un transistor que está conectado como un diodo en paralelo con el diodo de base-emisor de otro transistor. La corriente de entrada a atenuar es suministrada al diodo y la corriente de salida atenuada es tomada del colector del segundo transistor. En este manantial de corriente de microamperios conocido, el factor de atenuación por el cual debe ser atenuada la corriente de entrada para obtener la corriente de salida es ajustado por medio de la relación entre el área superficial efectiva de emisor del transistor conectado como diodo y el área superficial efectiva de emisor del diodo de base-emisor del segundo transistor. Esta disposición tiene la desventaja de que un aumento del valor deseado de α requiere un área de emisor relativamente incrementada del diodo para el circuito integrado.

Es un objeto de la presente invención proporcionar una solución de los problemas anteriormente citados, y un manantial de corriente de microamperios de acuerdo con la

386770



invención está caracterizado porque el emisor del segundo transistor ha sido conectado a un punto de potencial constante por medio de un manantial de corriente que suministra a la resistencia una corriente tal que la caída de tensión a través de la unión de rectificación excede de la caída de tensión a través del diodo de base-emisor del transistor en al menos 20 milivoltios y, como máximo, 540 milivoltios.

5
10 A continuación será descrita una realización de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 muestra una realización de un manantial de corriente de microamperios de acuerdo con la invención;

15 La figura 2 muestra un ejemplo del uso de tal manantial de corriente de microamperios, y

La figura 3 muestra otro ejemplo de utilización del manantial de corriente de microamperios de acuerdo con la invención.

20 El manantial de corriente de microamperios mostrado en la figura 1 comprende un transistor T_1 , un transistor D_1 conectado como un diodo, manantiales de corriente S_1 y S_2 y una resistencia R. La base del transistor T_1 está conectada, a través del transistor D_1 , al terminal negativo de un manantial de suministro de tensión E y también, a través del manantial de corriente de entrada S_1 , al terminal positivo de dicho manantial de suministro de tensión E. El emisor del transistor T_1 está conectado, a través de la resistencia R, al terminal negativo del manantial de voltaje de alimentación E, y también, a través del manantial de corriente S_2 , al terminal positivo de dicho manan-

25
30

386770



tial de alimentación de tensión E. La corriente de salida puede ser derivada del colector del transistor T_1 .

El funcionamiento del manantial de corriente de microamperios de acuerdo con la invención es como sigue: se supone que se desea tener una corriente de salida i_0 que es menor que la corriente de entrada i_1 en un factor α , es decir, $i_1 = \alpha i_0$. A modo de ejemplo, i_1 puede ser igual a 10 μA , e i_0 igual a 0,1 μA y, por lo tanto, $\alpha = 100$. Además, se requiere que R sea como máximo igual a 5.000 ohmios.

El voltaje a través del diodo D_1 es igual a:

$$V_{D_1} = \frac{kT}{q} \cdot \ln \frac{i_1}{i_{10}} \quad (2)$$

en donde i_1 es la corriente de entrada e i_{10} la corriente de fuga intrínseca del diodo D_1 . La tensión a través del diodo de base-emisor del transistor T_1 es igual a:

$$V_{D_t} = \frac{kT}{q} \cdot \ln \frac{i_0}{i_{00}} \quad (3)$$

en donde i_0 es la corriente de salida e i_{00} es la corriente de fuga intrínseca a través del transistor T_1 . Si el área superficial efectiva de emisor del transistor es igual al área superficie efectiva de emisor del transistor D_1 conectado como un diodo, la tensión a través de la resistencia R está expresada por:

$$V_R = \frac{kT}{q} \cdot \ln \frac{i_1}{i_0} = \frac{kT}{q} \cdot \ln \alpha \quad (4)$$

Con respecto al ejemplo elegido, un sencillo cálculo muestra que V_R debe ser igual a 120 milivoltios. Esto significa que la corriente a suministrar por el manantial de corriente S_2 debe ser al menos igual a 24 microamperios a $T = 300^\circ\text{K}$.

386770



La figura 2 muestra el uso del manantial de corriente de microamperios en un amplificador diferencial. El amplificador diferencial comprende transistores T_6 a T_{11} . La señal a amplificar es aplicada a las bases de los transistores T_6 y T_{11} . Los colectores de los transistores T_6 , T_7 , T_{10} y T_{11} están directamente conectados al terminal positivo del manantial de tensión de alimentación E. Los colectores de los transistores T_8 y T_9 están conectados al terminal positivo del manantial de alimentación de tensión E a través de transistores T_{13} y T_{12} , respectivamente. Los circuitos de base-emisor de los transistores T_{11} , T_{10} y T_9 y de los transistores T_6 , T_7 y T_8 están conectados en serie, estando conectados entre sí los emisores de los transistores T_8 y T_9 . Los transistores T_1 y T_5 forman parte de un manantial de corriente de microamperios múltiple, que comprende además el manantial de corriente S_2 , el diodo D_1 y las resistencias R y R_3 . El manantial de corriente S_2 incluye un amplificador diferencial V, cuya salida está conectada a la base de un transistor T_{14} . Una corriente i_2 es tomada del emisor del transistor T_{14} y suministrada a la resistencia R del manantial de corriente de microamperios múltiple. El colector del transistor T_{14} está conectado al terminal positivo del manantial de tensión de alimentación a través de una resistencia R_4 y también a la base del transistor T_{15} conectado como un seguidor de emisor. El emisor del transistor T_{15} está conectado a una entrada del amplificador diferencial V y también, a través de la combinación en serie de las resistencias R_5 y R_7 , al terminal negativo del manantial de alimentación de tensión E. La otra entrada del amplificador diferencial está conectada



tada al terminal positivo del manantial de alimentación de tensión a través de un diodo D_2 y también al terminal negativo del manantial de alimentación de tensión a través de la combinación en serie de las resistencias R_6 y R_7 .

5 Las bases de los transistores T_1 a T_5 están conectadas al terminal positivo del manantial de alimentación de tensión a través de una resistencia R_8 y también al terminal negativo del manantial de alimentación de tensión a través del diodo D_1 . Los emisores de los transistores T_1 y T_5 están

10 conectados al terminal negativo del manantial de alimentación de tensión a través de la combinación en serie de las resistencias R_1 , R_2 y R_3 . Los emisores de los transistores T_2 y T_4 están conectados al punto de unión de las resistencias R_1 y R_2 . El emisor del transistor T_3 está conectado

15 al punto de unión de las resistencias R_2 y R_3 . El funcionamiento de la disposición de circuito mostrada en la figura 2 es como sigue:

Se supone que el manantial de corriente múltiple tiene que suministrar las siguientes corrientes de salida.

20

$$i_{01} = i_{05} = 0,3 \times 10^{-9} \text{ amperios}$$

$$i_{02} = i_{04} = 6 \times 10^{-9} \text{ amperios}$$

$$i_{03} = 240 \times 10^{-9} \text{ amperios}$$

Si suponemos que la corriente de entrada es $i_1 = 0,3 \times 10^{-3}$ amperios y que la tensión de alimentación es de 3 voltios,

25 la resistencia R_8 tendrá que ser igual a 8000 ohmios y, por lo tanto, puede ser fabricada fácilmente en forma integrada. Un sencillo cálculo muestra que la tensión a través de la resistencia R requerida para pequeñas corrientes



de salida i_{01} a i_{05} tendrá que ser de 360 milivoltios. La tensión a través de la suma de las resistencias R_2 y R_3 debe ser de 282 milivoltios y la tensión a través de la resistencia R_3 deberá ser de 204 milivoltios. Las tensiones anteriormente citadas son requeridas a la temperatura ambiente, es decir, $T= 300 \text{ }^\circ\text{K}$. Si la suma de las resistencias R_1 , R_2 y R_3 es de aproximadamente 4.600 ohmios, con $R_1 = R_2 = 1.000$ ohmios y $R_3 = 2.600$ ohmios, el manantial de corriente S_2 tendrá que suministrar una corriente $i_2 = 70$ microamperios.

Si la corriente adicional i_2 no hubiera pasado a través de la resistencia R , la producción de las corrientes de salida anteriormente citadas i_{01} a i_{05} requeriría que la resistencia R fuera de aproximadamente 780 megohmios. Tal resistencia no puede ser hecha en forma integrada y, consiguientemente, tendría que ser una resistencia externa conectada al circuito integrado, de manera que este último debé tener un terminal externo adicional. Además, el gran valor de la resistencia R hace que el terminal sea extremadamente sensible a perturbaciones externas. También, la fabricación de las resistencias de valores tan grandes es difícil. Puesto que actualmente la tecnología de los circuitos integrados hace posible fabricar pares de transistores sustancialmente idénticos, es decir, transistores que difieren en menos del 2%, el voltaje desplazado introducido en el amplificador diferencial, por ejemplo, por T_1 y T_5 , será de sólo 0,5 milivoltios. Una realización práctica de un amplificador diferencial requería una corriente de entrada de menos de 10^{-11} amperios a un voltaje desplazado de, como máximo, 5 milivoltios. El manantial

28.12.70

386770



de corriente S_2 suministra una corriente i_2 de acuerdo con la siguiente expresión:

$$i_2 = \frac{1}{R_4} \cdot \frac{kT}{q} \cdot \ln \frac{R_5}{R_6} \quad (5)$$

5 en donde R_4 , R_5 y R_6 son los valores de resistencia de las resistencias R_4 , R_5 y R_6 de la disposición de circuito mostrada en la figura 2. Esta expresión muestra que dicha corriente es una función de la temperatura T . Según la expresión (4), el factor de atenuación es una función de V_R y de la temperatura T . Cuando V_R es mantenida constante, según la expresión (4), un cambio de temperatura originará una variación del factor de atenuación. La expresión (4) muestra, además, que, si la tensión V_R a través de la resistencia R varía directamente con $\frac{kT}{q}$, el factor de atenuación α no variará como una función de la temperatura. Esto ha sido conseguido haciendo que la corriente i_2 de acuerdo con la expresión (5) fluya a través de la resistencia R , suponiendo que las resistencias R y R_4 tengan iguales coeficientes de temperatura. El mismo efecto se puede obtener haciendo que una corriente constante i_2 fluya a través de la resistencia R y asegurando que esta resistencia tenga un coeficiente de temperatura tal que el voltaje producido a través de ella sea proporcional a $\frac{kT}{q}$.

25 La figura 3 muestra un segundo ejemplo de utilización de un manantial de corriente de microamperios de acuerdo con la invención. En este ejemplo, el manantial de corriente de microamperios ha sido conectado en el bucle de realimentación negativa de un amplificador A. La salida del amplificador está conectada a las bases de los transisto-



res T_2 y T_1 . El emisor del transistor T_2 está directamente conectado a un punto de potencial constante, y el emisor del transistor T_1 , está conectado al mismo a través de una resistencia R . El emisor del transistor T_1 está también
5 conectado a un manantial de corriente S_2 que suministra una corriente i_2 . El colector del transistor T_1 está conectado a la entrada I del amplificador A . La señal de salida amplificada puede ser derivada del colector del transistor T_2 .

10 La inclusión del manantial de corriente de microamperios en el bucle de contrareacción negativa del amplificador A asegura una amplificación de corriente constante desde la entrada a la salida. Cuando la corriente de entrada del amplificador es despreciable comparada con la corriente
15 de colector del transistor T_1 , la corriente de salida i_1 será sustancialmente y sensible a variaciones de los parámetros de transistor de los transistores del amplificador A . Además, las variaciones del voltaje de alimentación del amplificador no afectan sensiblemente a la corriente
20 de salida i_1 .

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Holanda el 25 de Diciembre de 1969, bajo el Núm. 69.19466, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

- REIVINDICACIONES -

Los puntos de Invención propia y nueva que

28.12.70

- 10 -

386770*12/11*



se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5 1º.- Una disposición de manantial de corriente de microamperios para un circuito integrado, en la cual es derivada de una corriente continua de control, del orden, de como máximo, 10 microamperios, una corriente continua atenuada, circulando la corriente continua de control a través de un primer circuito que incluye una unión de
10 rectificación, mientras que la corriente continua atenuada fluye a través del circuito de emisor-colector de un transistor, cuyo circuito de base-emisor ha sido incluido en un segundo circuito que tiene el mismo sentido de paso y ha sido conectado en paralelo al circuito primeramente
15 mencionado, siendo derivada una corriente continua sustancialmente libre de señal para al menos un transistor, del circuito integrado, del colector de este transistor, habiendo sido incluida una resistencia en el bucle cerrado constituido por los dos circuitos en paralelo, caracte-
20 rizada porque el emisor del transistor ha sido conectado a un punto de potencial constante, a través de un manantial de corriente que suministra a la resistencia una corriente tal que la caída de tensión a través de la unión de rectificación excede de la caída de tensión a
25 través del diodo de base-emisor del transistor en el menos 20 milivoltios y, como máximo, 540 milivoltios.

30 2º.- Una disposición de manantial de corriente según la reivindicación 1, caracterizada porque suministra una corriente proporcional a $\frac{kT}{q}$, en donde k es la constante de Boltzmann, T es la temperatura absoluta expresada en

hcy

31 DIC.



grados K y q es la carga unitaria de un electrón.

39.- Una disposición de manantial de corriente según la reivindicación 1, caracterizada porque la resistencia incluida en el circuito cerrado tiene un coeficiente de temperatura positivo, siendo constante la corriente suministrada por el manantial de corriente.

49.- Una disposición de manantial de corriente según la reivindicación 2, caracterizada porque el manantial de corriente incluye un amplificador diferencial, una entrada del cual ha sido conectada a un primer punto de potencial constante a través de una unión de rectificación, y también a un segundo punto de potencial constante, a través de la combinación en serie de una primera y una segunda resistencias, habiendo sido la otra entrada conectada a un primer punto de potencial constante, a través del circuito de emisor-colector de un primer transistor y también al segundo punto de potencial constante a través de la combinación en serie de una tercera resistencia y la segunda resistencia, habiendo sido conectada la base del primer transistor al colector del segundo transistor, y habiendo sido conectada la salida del amplificador diferencial a la base del segundo transistor, mientras que la corriente de salida atenuada puede ser tomada del emisor del segundo transistor.

59.- Una disposición de manantial de corriente de microamperios para un circuito integrado.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

28.12.70

huj.

- 12 -

386770

31 Dic



Esta Memoria consta de trece hojas escritas a máquina
por una sola cara.

Madrid,

31 DIC. 1970

P.A.

Alberto de Elizalde
Por Poder. *Artu*

refi.

386770

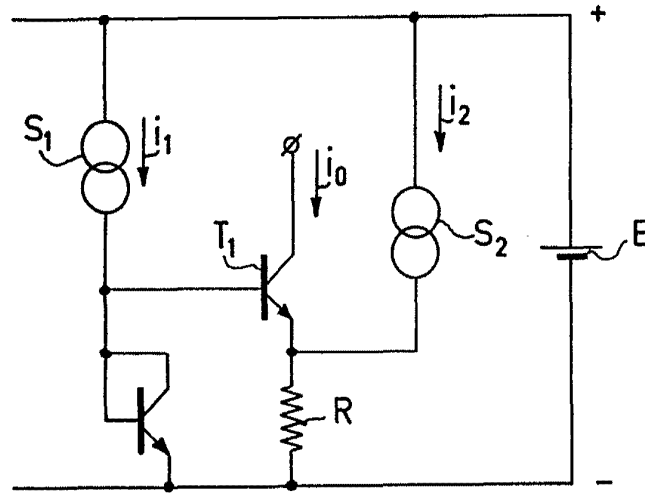


Fig.1

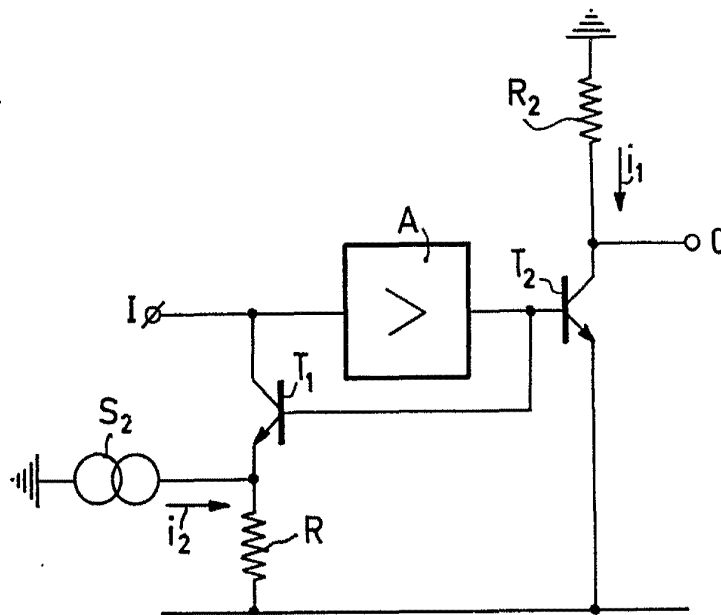


Fig.3

Albert G. ...

