

15 ENE. 1969

P.- 40.022
RCA 58.936

361150



Memoria descriptiva

15 ENE. 1969

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA

entidad / de nacionalidad norteamericana

con domicilio en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y.,
Estados Unidos de América

por: "UN DISPOSITIVO DE MANANTIAL DE CORRIENTE DESTINADO
A POLARIZAR UN TRANSISTOR"

(Clase Internacional H02j)

POOR
QUALITY



5

Esta invención se refiere a circuitos eléctricos y, más en particular, a manantiales de corriente que utilizan la precisa adaptación y el íntimo acoplo térmico disponibles en circuitos integrados para dar un funcionamiento estable en presencia de variaciones de la temperatura y del voltaje de alimentación.

10

Tal como se utiliza en esta memoria, la expresión "circuito integrado" se refiere a un dispositivo o microfragmento semiconductor unitario o monolítico que es el equivalente de una red de elementos de circuito activos y pasivos interconectados.

15

Se han presentado diversos problemas en el diseño de los circuitos amplificadores a formar en un dispositivo de circuito integrado. Por ejemplo, en amplificadores de emisor común, el uso de una degeneración sustancial de corriente continua y un condensador de derivación para reducir la degeneración a las frecuencias a amplificar puede ser objetable. Entre otras cosas, el condensador ocupa un espacio considerable en el dispositivo de circuito integrado, incluso para una cantidad relativamente pequeña de capacitancia. Los intentos del pasado para solucionar este problema utilizando conexiones de amplificador diferencial o acoplado por emisor adolecieron de falta de flexibilidad funcional. Los manantiales de corriente utilizados en la polarización de los circuitos amplificadores demostraron a veces ser indeseablemente dependientes de la temperatura. Aquellos manantiales de corriente tendían también a ser indeseablemente dependientes de la regulación de los potenciales de trabajo alimentados.

20

25

30



M 5 PAT.

Un objeto de la presente invención es, por tanto, crear un manantial de corriente que produzca un paso de corriente que sea sustancialmente constante e independiente de las variaciones de la temperatura y del voltaje de alimentación.

5

Con este objeto a la vista, el manantial de corriente de la presente invención consiste principalmente en una resistencia que tiene un valor que depende de la temperatura ambiente. Asimismo, está incluido un manantial de voltaje de alimentación acoplado a un extremo de la resistencia. El manantial de corriente incluye además un circuito estabilizador de corriente que tiene un número predeterminado de caídas de voltaje de uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo, acopladas en serie entre el otro extremo de la resistencia y un punto de voltaje de referencia. Estas caídas de voltaje varían con la temperatura de manera que compensan cualesquiera cambios en el paso de corriente que tiendan a producirse en dicho circuito estabilizador debido a las variaciones del valor de la resistencia provocadas por las variaciones de la temperatura ambiente.

10

15

20

En los dibujos adjuntos:

La figura 1 es un diagrama de circuito de un manantial de corriente que incorpora la invención;

25

La figura 2 es un diagrama de circuito de una modificación del manantial de corriente de la figura 1;

La figura 3 es un diagrama de un circuito de derivación útil con los manantiales de corriente de las figuras 1 y 2;

30

Las figuras 4 y 5 son diagramas de circuito de

8-1-69



NO 5 F

pasos amplificadores de emisor común que emplean los manantiales de corriente de las figuras 1 y 2, respectivamente.

5 Haciendo ahora referencia a la figura 1, el manantial de corriente se fabrica preferiblemente en una estructura de circuito integrado. El manantial de corriente incluye un diodo de avalancha 10 acoplado en serie entre un terminal de potencial de trabajo 12 y un terminal de potencial de referencia o masa 14 por medio de una primera resistencia 16. Una segunda resistencia 18 está conectada en un extremo a la unión común 20 entre el diodo 10 y la resistencia 16 y en el otro extremo al electrodo colector del primero de una pluralidad de transistores acoplados en serie 22,24...n. Cada uno de los transistores 15 22,24...n se muestra teniendo conexiones comunes de electrodos colector y base y cada uno funciona eficazmente -- como rectificador.

20 El electrodo emisor del transistor n conectado como rectificador se muestra conectado al terminal de masa 14. También está conectado al terminal 14 el electrodo emisor de otro transistor 11 que ha de ser polarizado por el manantial de corriente. El electrodo base del transistor 11 está conectado por un conductor 13 al electrodo base del transistor n conectado como rectificador. El electrodo 25 colector del transistor 11 está conectado por un -- punto de salida 15 a una carga 17.

30 La manera de montar estas diversas partes funcionales del tipo de transistor, diodo y resistencia en un microfragmento integrado monolítico es bien conocida en la técnica, del mismo modo que lo es la manera de formar sus



interconexiones. En una estructura de esta clase, existe una estrecha adaptación de los componentes de circuito activos y pasivos, así como un excelente acoplo térmico entre ellos.

5 En la estructura del circuito de la figura 1, -
además, la resistencia 16 tiene un valor que depende de -
la temperatura ambiente, mientras que los transistores --
22,24...n conectados como rectificadores comprenden cada
uno una unión semiconductor en el microfragmento. Pueden
10 alimentarse voltajes no regulados al terminal 12, en cuyo
caso el diodo de avalancha 10 sirve para mantener el vol-
taje de corriente continua en la unión 20 sustancialmente
constante en presencia de tales variaciones de voltaje.

15 En el funcionamiento del manantial de corriente
de la figura 1, se aplica en el terminal 12 un voltaje de
corriente continua que es más positivo que el voltaje de
perforación inversa del diodo de avalancha 10. En la --
unión común 20 se desarrolla un potencial regulado que es
sustancialmente igual al voltaje de perforación inversa y
20 que es de un valor suficiente para provocar el paso de co-
rriente a través del circuito en serie que incluye la re-
sistencia 18 y los transistores 22,24...n conectados como
rectificadores.

25 Como la unión base-emisor del transistor n está
conectada en paralelo con la unión base-emisor del tran-
sistor 11, y como estos dos transistores están estrecha-
mente adaptados y apretadamente acoplados por vía térmica
en la estructura de circuito integrado, la corriente del
colector del transistor 11 será idéntica a la del transis-
30 tor n. La corriente de trabajo del manantial, es decir, -



W 5 FNE

la corriente del colector del transistor 11, puede determinarse entonces a una temperatura T_1 a partir de la expresión de la corriente de colector del transistor n :

5
$$I_1 = \frac{V_{rb} - mV_{be}}{R} \quad (1)$$

en que I_1 = la corriente de colector del transistor n , en miliamperios;

V_{rb} = el voltaje de perforación inversa del diodo de avalancha 10, en voltios;

10 V_{be} = la caída de tensión directa de base a emisor de cada uno de los transistores 22, 24... n acoplados en serie y conectados como rectificadores;

15 m = el número de transistores conectados como rectificadores en el acoplo en serie; y

R = el valor óhmico de la resistencia 18, en kilohmios.

20 Como resultará evidente, este valor de la corriente puede ser estabilizado en presencia de variaciones de la temperatura aprovechándose de las dependencias definibles de la temperatura de los componentes que toman parte en la expresión anterior.

25 Para ser más concretos, junto con un cambio de la temperatura ambiente, habrá un cambio del valor de las partes de la expresión (1). La corriente de trabajo del manantial a una temperatura diferente T_2 puede representarse entonces por la ecuación:

30
$$I_2 = \frac{(V_{rb} + \Delta V_{rb}) - m(V_{be} + \Delta V_{be})}{R + \Delta R} \quad (2)$$

en que ΔV_{rb} , ΔV_{be} y ΔR representan las variaciones de



V_{rb} , V_{be} y R , respectivamente, cuando la temperatura cambia de T_1 a T_2 . I_2 representa la corriente del colector del transistor n a la nueva temperatura T_2 .

5 Con objeto de que la corriente de trabajo del manantial sea estable en presencia de semejante cambio de temperatura, resulta evidente que I_1 debe ser igual a I_2 . Es decir, que:

$$10 \quad \frac{V_{rb} - mV_{be}}{R} = \frac{(V_{rb} + \Delta V_{rb}) - m(V_{be} + \Delta V_{be})}{R + \Delta R} \quad (3)$$

Después de multiplicar en cruz y separar los términos similares, puede demostrarse que resultará una corriente estable si:

$$15 \quad \frac{\Delta V_{rb} - m\Delta V_{be}}{V_{rb} - mV_{be}} = \frac{\Delta R}{R} \quad (4)$$

20 Se comprenderá que los valores exactos de los términos V_{rb} , ΔV_{rb} , V_{be} , ΔV_{be} y $\Delta R/R$ de las expresiones anteriores dependen en gran medida del material semiconductor empleado en la estructura de circuito integrado. Los valores exactos dependen también de los procesos de fabricación empleados. En una estructura monolítica de silicio, por ejemplo, V_{be} , la caída de voltaje de una ---
 25 unión semiconductor polarizada en sentido directo es --- aproximadamente igual a 0,7 voltios, mientras que ΔV_{be} , el cambio de la caída de voltaje directo en función de --- la temperatura, es aproximadamente igual a 1,75 milivolts por cada grado centígrado de cambio. Los valores óhmicos en esta estructura varían, además, alrededor de 1,9
 30



partes por 1000 ohmios por grado centígrado de cambio -
para una resistencia de 200 ohmios por unidad de superfi-
cie. Además, un diodo de avalancha proyectado, como en -
la disposición de la figura 1, para tener un voltaje de
5 perforación inversa de 5,1 voltios presenta un coeficien-
te positivo de temperatura de aproximadamente 1,0 mili-
voltios por cada grado centígrado de cambio con un paso -
de corriente de 1 miliamperio. (Así, el voltaje de corrien-
te continua mantenido en la unión 20 varía en función de
10 los cambios de la temperatura ambiente).

Insertando estos valores en la expresión (4)
y apreciando que el cambio de la caída de voltaje directo
 ΔV_{be} al variar la temperatura es en un sentido opuesto
al cambio correspondiente con la temperatura del voltaje
15 de perforación inversa y del valor óhmico, puede demos-
trarse que se tendrá estabilización de la temperatura si
 m , el número de transistores acoplados en serie y conec-
tados como rectificadores, es igual a 2,82. Como no es -
posible fabricar un número fraccionario de transistores,
20 se piensa en el uso de la integral más inmediata, o de -
tres de tales transistores conectados como rectificadores,
para el manantial de corriente de la figura 1.

Tal disposición proporciona una corriente de tra-
bajo en el circuito del electrodo colector del transis-
25 tor 11 que es sustancialmente constante en presencia de
variaciones de la temperatura. Como se indicó previamente
el uso del diodo de avalancha 10 sirve para aislar el ma-
nantial de corriente de las variaciones del potencial --
alimentado al terminal 12, y, por tanto, para estabilizar
30 la corriente de trabajo en presencia de tales cambios de



potencial o voltaje.

El manantial de corriente mostrado en la figura 2 es similar al de la figura 1. Se emplea también un diodo de avalancha 10 para dar un funcionamiento estable independiente de las variaciones del voltaje de alimentación. Sin embargo, el manantial de corriente difiere en que un paso de reacción de transistores 200 sustituye a los tres transistores acoplados en serie y conectados como rectificadores utilizados para aproximarse a las caídas de voltaje de $2,82 V_{be}$ descritas anteriormente como encargadas de proporcionar la estabilización de la temperatura.

Como se muestra en la figura 2, el paso 200 incluye un par de transistores 202 y 204. Un transistor - 202 está dispuesto en una configuración del tipo de emisor común, con su electrodo colector conectado al terminal de potencial 12 a través de las resistencias 16 y 18 y con su electrodo emisor conectado al terminal de referencia 14. El otro transistor 204 está dispuesto en una configuración del tipo de colector común, con su electrodo colector conectado al terminal de potencial de trabajo 12 y con su electrodo emisor conectado al terminal 14 a través de un par de resistencias 206 y 208 acopladas en serie.

La unión común 210 entre las resistencias 206 y 208 está acoplada por un conductor 212 al electrodo base del transistor 202, cuyo electrodo colector está acoplado también por un conductor 214 al electrodo base del transistor 204. El conductor 13 acopla además la unión común 210 al electrodo base del transistor 11. Además, -



M 5 FAP

las resistencias 206 y 208 se eligen de un valor tal que
pase suficiente corriente por los transistores 202 y 204
para establecer plenas caídas de voltaje directo a través
de sus respectivas uniones base-emisor.

5 El paso de reacción 200 es del tipo descrito -
en la solicitud de patente norteamericana No. 689.168, -
presentada el 8 de diciembre de 1.967. De una manera aná-
loga a la descrita en dicha solicitud, el paso 200 desa-
rolla un voltaje de corriente continua a través de la -
10 resistencia 208 que es sustancialmente igual a la caída
de voltaje directo de base a emisor del transistor 202. -
Debido al acoplo en serie de las resistencias 206 y 208
y debido al hecho de que la resistencia 208 se selecciona
de modo que la mayor parte del paso de corriente por la
15 resistencia 206 vaya por la resistencia 208, el voltaje -
desarrollado en el electrodo emisor del transistor 204 es
igual al voltaje V_{be} multiplicado por la cantidad forma-
da por uno más la relación de valor óhmico entre las re-
sistencias 206 y 208. El valor de la resistencia 206 está
20 en el numerador de esta relación, estando el valor de la
resistencia 208 en el denominador.

25 Como el electrodo base del transistor 204 está
a un voltaje de corriente continua que es un voltaje di-
recto de base a emisor más positivo que en su electrodo -
emisor, y como en una estructura de circuito integrado --
las caídas de voltaje directo de base a emisor de todos
los transistores son sustancialmente idénticas, resultará
evidente que el voltaje de corriente continua desarrolla-
do en el extremo de la resistencia 18 alejado de la unión
30 20 será igual al voltaje V_{be} multiplicado por la cantidad



formada por dos más la relación de valor óhmico antes --
mencionada.

5 Seleccionando el valor óhmico de la resistencia
206 para que sea 0,82 veces mayor que el valor óhmico de
la resistencia 208, tal como se indica en la figura 2 --
(esencialmente menor en dos que el número predeterminado
de caídas de voltaje de uniones semiconductoras), se sa-
tisfarán las 2,82 V_{be} caídas de voltaje requeridas en el
extremo alejado de la resistencia 18. Se producirá enton-
ces la estabilización de la temperatura y la corriente --
10 del colector del transistor 202 (determinada por el valor
óhmico de la resistencia 18) será igual a la del transis-
tor 11. Será evidente la correspondencia entre las 2,82 -
 V_{be} caídas de voltaje en la disposición de la figura 2 y
15 los 2,82 transistores deseados conectados como rectificadores
para el manantial de corriente de la figura 1, cada
uno de los cuales proporciona una caída de voltaje direc-
to V_{be} .

20 Se comprenderá que se precisaría en general una
relación de valor óhmico diferente de 0,82 para dar esta-
bilización de corriente en un medio de circuito en que uno
cualquiera de los valores de V_{rb} , ΔV_{rb} , V_{be} , ΔV_{be} y --
 $\Delta R/R$ sean diferentes de los valores indicados anterior--
mente. Se comprenderá también que la relación de valor óh-
mico seleccionada finalmente no sería afectada por las va-
25 riaciones de la temperatura, ya que en una estructura de
circuito integrado la resistencia 206 y la resistencia --
208 cambiarán de valor óhmico en proporciones similares.

30 La configuración de circuito mostrada en la fi-
gura 3 puede emplearse con uno u otro de los manantiales



de corriente de las figuras 1 y 2 para estabilizar adic--
ionalmente las corrientes de trabajo que allí se produzcan.
Como se pondrá de manifiesto seguidamente, esta configura-
ción puede utilizarse para regular la corriente a través
5 del diodo de avalancha 10 de aquellos manantiales. De es-
ta manera, se definirán con más claridad el voltaje de -
perforación inversa V_{rb} del diodo 10 y los cambios de ese
voltaje de perforación ΔV_{rb} con las variaciones de la --
temperatura.

10 Haciendo ahora referencia más en particular a
la figura 3, el circuito de regulación en ella mostrado
incluye un amplificador diferencial 300 y un paso 310 se-
guidor de emisor. El amplificador diferencial 300 incluye
los transistores 302 y 304 y las resistencias 306 y 308,
15 mientras que el seguidor de emisor 310 incluye los tran-
sistores 312 y las resistencias 314 y 316. Como se mues--
tra en el dibujo: a) los electrodos emisores de los tran-
sistores 302 y 304 están conectados en común y están aco-
plados al terminal de masa 14 por medio de la resistencia
20 306, b) el electrodo colector del transistor 304 está aco-
plado al terminal de potencial de trabajo 12 a través de
la resistencia 308 y también al electrodo base del tran-
sistor 312 por medio de un conductor 318; c) el electrodo
colector del transistor 302 está conectado por medio de -
25 un conductor 320 al terminal 12, mientras que un conductor
similar 322 conecta ese mismo terminal al electrodo colec-
tor del transistor 312; y d) el electrodo emisor de este
último transistor 312 está acoplado en serie con el termi-
nal 14 a través de las resistencias 314 y 316. La unión -
30 de estas últimas resistencias 324 está conectada al elec--



trodo base del transistor 304 por un conductor 326.

La configuración de la figura 3 incluye también una resistencia 328 y un transistor 330 conectado como --
rectificador. Como se muestra, estos componentes están --
5 acoplados en serie por un conductor 332 entre el electrodo
emisor del transistor 312 y un diodo de avalancha 334 que
está relacionado con el terminal de masa 14 por medio de
un conductor 338. Un extremo de un conductor adicional --
336 está acoplado entre la unión del electrodo emisor del
10 transistor 330 conectado como rectificador con el diodo --
334. El otro extremo del conductor 336 está conectado al
electrodo base del transistor amplificador diferencial --
302. Esto completa el circuito de regulación.

Se comprenderá que el diodo de avalancha 334 --
15 de la figura 3 corresponde al diodo 10 de las figuras 1
y 2, mientras que el resto del circuito de la figura 3 --
puede utilizarse como sustitutivo de la resistencia 16 de
los manantiales de corriente mostrados en aquellas figu-
ras. Se apreciará que la cantidad de espacio requerida --
20 para integrar las partes componentes añadidas en la figu-
ra 3 es aceptablemente pequeña.

Con la disposición hasta ahora descrita, puede
hacerse la regulación del voltaje de perforación inversa
25 en el diodo de avalancha 334 estabilizando la corriente
a través del diodo 334 en presencia de los cambios de la
temperatura. Esto requiere que las corrientes sean las --
mismas tanto antes como después de cualquiera de estos --
cambios. Expresado matemáticamente, resultará la regula-
ción si:

30



$$\frac{V_E - V_{be330}}{R_{328}} = \frac{V_E + \Delta V_E - V_{be330} - \Delta V_{be330}}{R_{328} + \Delta R_{328}} \quad (5)$$

en que V_E = el voltaje de corriente continua desarrollado en el electrodo emisor del transistor 312 menos el voltaje de perforación inversa del diodo de avalancha 334, en voltios;

ΔV_E = el cambio en dicho voltaje diferencia V_E en función de las variaciones de la temperatura;

V_{be330} = la caída de voltaje directo de base a emisor del transistor 330 conectado como rectificador, en voltios;

ΔV_{be330} = el cambio en dicha caída de voltaje directo con las variaciones de la temperatura;

R_{328} = el valor óhmico de la resistencia 328, en kilohmios; y

ΔR_{328} = el cambio del valor óhmico de la resistencia 328 al variar la temperatura.

Después de multiplicar en cruz y separar los términos similares puede demostrarse que circulará corriente estable por el diodo de avalancha 334 cuando

$$\frac{\Delta V_E - \Delta V_{be330}}{V_E - V_{be330}} = \frac{\Delta R_{328}}{R_{328}} \quad (6)$$

El cambio en el voltaje diferencia ΔV_E entre el voltaje de corriente continua desarrollado en el electrodo emisor del transistor 312 y el voltaje de perforación inversa --



5 del diodo de avalancha 334 depende, sin embargo, solamente de las variaciones de voltaje con la temperatura de dicho voltaje de perforación. Esto se debe en parte a la acción de reacción negativa proporcionada por el amplificador diferencial 300, el paso seguidor de emisor 310 y los conductores 326 y 336. Estos componentes estabilizan el voltaje de corriente continua en la unión 324 a un valor igual al voltaje de perforación inversa del diodo 334.

10 Con la resistencia 316 seleccionada además de modo que la corriente de base del transistor 304 sea pequeña en comparación con la corriente a través de la combinación en serie de las resistencias 314 y 316, puede demostrarse que el voltaje de corriente continua en el electrodo emisor del transistor 312 viene dado por --

15
$$\frac{R_{314} + R_{316}}{R_{316}} V_{rb334}$$
 Puede demostrarse también que la di-

20 ferencia entre dicho voltaje y el voltaje de perforación inversa del diodo de avalancha 334 viene dada por $\frac{R_{314}}{R_{316}}$ --

25 V_{rb334} . Se comprenderá que esta última fracción es igual al término V_E de la expresión (6), que R_{314} y R_{316} representan, respectivamente, los valores óhmicos de la resistencia 314 y 316 y que V_{rb334} representa el voltaje de perforación inversa del diodo 334.

30 Como la relación $\frac{R_{314}}{R_{316}}$ no es afectada por las va-

riaciones de la temperatura en un medio de circuito integrado, se sigue de esto que el cambio del voltaje diferen-



cia ΔV_E con la temperatura es igual a $\frac{R_{314}}{R_{316}} \Delta V_{rb334}$, 15 F

5. en que ΔV_{rb334} representa el cambio del voltaje de perforación inversa del diodo de avalancha al variar la temperatura.

Sustituyendo V_E y ΔV_E en la expresión (6) por las fracciones, resulta el hecho de que circulará corriente estable por el diodo de avalancha 334 cuando

10

$$\frac{\frac{R_{314}}{R_{316}} \Delta V_{rb334} - \Delta V_{be330}}{\frac{R_{314}}{R_{316}} V_{rb334} - V_{be330}} = \frac{\Delta R_{328}}{R_{328}} \quad (7)$$

15. Suponiendo que el circuito de regulación de la figura 3 está incorporado también en un microfragmento de circuito integrado de silicio monolítico (en que $V_{be330} = 0,7$ voltios, $\Delta V_{be330} = 1,75$ milivoltios por grado centígrado de cambio de la temperatura, $\frac{\Delta R}{R} = 1,9$ partes por

20 mil ohmios por grado centígrado de cambio) y que el diodo de avalancha 334 se diseña una vez más para que tenga un voltaje de perforación inversa de 5,1 voltios y un coeficiente positivo de temperatura de aproximadamente 1,0 milivoltios por cada grado centígrado de cambio con un paso de corriente de 1 miliamperio, se tendrá estabilización de corriente si $\frac{R_{314}}{R_{316}} = 0,354$. La elección de semejante -

25 relación de valor óhmico para las resistencias 314 y 316 establece así el voltaje diferencia V_E entre el electrodo emisor del transistor 312 y el voltaje de perforación in-

30



M 5 E

versa del diodo de avalancha en un valor sustancialmente igual a 1,80 voltios.

5 Se apreciará que la baja impedancia del diodo de avalancha 334 de la figura 3 degenera la reacción positiva del electrodo emisor del transistor 312 al electrodo base del transistor 302 para impedir que oscile el circuito.

10 El diodo de avalancha 334 se muestra en la figura 3 como conectado a un punto de salida 340. Este punto está destinado a conectarse en la unión 20 de la figura 1 o de la figura 2 cuando se utilice el circuito de regulación de la figura 3 para fomentar la estabilización de corriente allí obtenida.

15 Tales conexiones se muestran, respectivamente, en las figuras 4 y 5, modificándose ligeramente sus partes de manantial de corriente para su uso como pasos amplificadores de emisor común. En la figura 4, por ejemplo, se añade un par de resistencias 402 y 404 de igual valor para acoplar, respectivamente, el electrodo colector del transistor n al electrodo base del transistor 11 y a su propio electrodo base. Las señales de entrada a amplificar son aplicadas a través de un condensador 19 y un terminal 21 al electrodo base del transistor 11.

25 En la figura 5, por otra parte, se añaden unas resistencias 502 y 504 de igual valor para acoplar el punto de unión 210 a los electrodos base de los transistores 11 y 202, respectivamente. Las señales de entrada se aplican otra vez al transistor 11 por medio del condensador 19 y el terminal 21.

30 Una carga 17, mostrada como una resistencia, se



5 acopla adicionalmente al punto de salida 15 de los manan-
 tiales de corriente en cada una de estas figuras para de-
 sarrollar las señales amplificadas. Las resistencias 402
 y 502, en cada caso, sirven para aumentar la impedancia
 5 de entrada presentada a las señales aplicadas de modo que
 pueda efectuarse la amplificación. Las resistencias 404
 y 504 sirven similarmente para dar una polarización simé-
 trica de modo que circulen corrientes continuas de valor
 idéntico por los transistores n y 11 y por los transisto-
 10 res 202 y 11. A este respecto, se apreciará que circula
 muy poca corriente por la resistencia 404 de la figura 4
 para alterar el funcionamiento anteriormente descrito del
 manantial de corriente, y que el transistor n continúa -
 proporcionando la acción del tipo de rectificador, ya que
 15 su voltaje de polarización de base procede de su circuito
 de electrodo colector.

Puede conseguirse estabilización de polariza--
 ción en cada uno de tales circuitos, como antes, utilizan
 20 do un número fácilmente calculable de caídas de tensión -
 de uniones semiconductoras para compensar las dependen--
 cias de la temperatura. Esto es bastante mejor que utili-
 zar una disposición más compleja y limitada como sucedía
 anteriormente. Transponiendo los términos en la expresión
 25 (4), puede demostrarse que este número de caídas de volta-
 je de uniones semiconductoras necesarias viene dado sus--
 tancialmente por:

$$m = \frac{V_{rb} - \frac{R}{\Delta R} \Delta V_{rb}}{V_{be} - \frac{R}{\Delta R} \Delta V_{be}} \quad (8)$$

30



15 E

5 Resultará también evidente que pueden utilizarse en tales circuitos esquemas de regulación de tensión distintos del empleado en las figuras 1, 2, 4 y 5. Sin embargo, se precisaría en general un número diferente de caídas de voltaje de uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo para obtener estabilización de corriente. Esto sería así porque las dependencias de la temperatura presentadas en cada uno de tales esquemas variarían generalmente de uno a otro.

10 Aunque se ha descrito lo que actualmente se considera como la realización preferida de esta invención, resultará evidente para los expertos en la materia que pueden hacerse en ella diversos cambios y modificaciones sin apartarse de la invención, y, por tanto, se desea cubrir todos estos cambios y modificaciones que caigan dentro del verdadero espíritu y alcance de la invención. Sin embargo, se apreciará que resultan particulares ventajas y economías de funcionamiento de la realización de circuito integrado descrita anteriormente.

15
20 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América con fecha 8 de Diciembre de 1967, bajo el número 689.168, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



- REIVINDICACIONES -

Los puntos de invención, propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España por VEINTE años, son los siguientes:

5 1.- Un dispositivo de manantial de corriente -
destinado a polarizar un transistor que incluye una re--
sistencia de un valor que depende de la temperatura am--
biente y un manantial de voltaje de alimentación acoplado
a un extremo de dicha resistencia, caracterizado por un
10 circuito estabilizador de corriente que tiene un número
predeterminado de caídas de voltaje de uniones semicon--
ductoras polarizadas en sentido directo, acopladas en se--
rie entre el otro extremo de dicha resistencia y un punto
de voltaje de referencia, las cuales varían con la tempe--
15 ratura de manera que compensan cualesquiera cambios en el
paso de corriente que tiendan a producirse en ellas debido
a variaciones en el valor de dicha resistencia originadas
por variaciones de la temperatura ambiente.

20 2.- Un dispositivo según la reivindicación 1, -
caracterizado porque dicho manantial de voltaje alimenta
voltajes no regulados y en el que dicho manantial de co--
rriente incluye medios reguladores acoplados a dicho ma--



M 5

nantial de voltaje para aplicar a dicho primer extremo -
 de dicha resistencia un voltaje de corriente continua -
 que es sustancialmente constante en presencia de las va-
 riaciones del voltaje de alimentación y que varía en fun-
 ción de los cambios de dicha temperatura ambiente.

5

3.- Un dispositivo según la reivindicación 2,
 caracterizado porque dicha resistencia, dichos medios re-
 gularadores y dicho circuito estabilizador de corriente es-
 tán dispuestos todos en un solo dispositivo de circuito -
 integrado y porque el transistor que ha de ser polarizado
 por dicho manantial de corriente está incluido adicional-
 mente dentro de dicho dispositivo integrado, teniendo di-
 cho transistor un circuito de entrada de base-emisor aco-
 plado a dicho circuito estabilizador y un circuito de sa-
 lida de colector en el que circula una corriente de magni-
 tud sustancialmente igual a la corriente que circula den-
 tro de dicho circuito estabilizador en un amplio margen
 de temperaturas.

10

15

4.- Un dispositivo según la reivindicación 2,
 caracterizado porque dicha resistencia, dichos medios -
 regularadores, dicho circuito estabilizador de corriente y
 dicho punto de voltaje de referencia están dispuestos -
 todos en un solo dispositivo de circuito integrado, in-
 cluyendo dicho circuito estabilizador un número predeter-
 minado de transistores que tienen sus circuitos de corrien-
 te de electrodo colector electrodo emisor acoplados en --
 serie entre dicho otro extremo de dicha resistencia y di-
 cho punto de voltaje de referencia, y que tienen sus elec-
 trodos base y colector conectados en común.

20

25

5.- Un dispositivo según la reivindicación 2,

30



caracterizado porque dicha resistencia, dichos medios reguladores y dicho circuito estabilizador de corriente están dispuestos todos en un solo dispositivo de circuito integrado y porque dicho circuito estabilizador incluye un primer transistor conectado en una configuración de amplificador de emisor común, un segundo transistor conectado en una configuración de amplificador de colector común, y medios que incluyen un par de resistencias de relación predeterminada que interconectan dichos transistores en un bucle de reacción degenerativo para dar un voltaje de referencia para dicho amplificador de colector común desde dicho amplificador de emisor común en dicho otro extremo de dicha resistencia.

6.- Un dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha resistencia, dichos medios reguladores, dicho circuito estabilizador de corriente y dicho punto de voltaje de referencia están dispuestos todos en un solo dispositivo de circuito integrado, incluyendo dichos medios reguladores un diodo de avalancha, y en el que el número predeterminado de caídas de voltaje de uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo, proporcionadas por dicho circuito estabilizador, viene dado sustancialmente por la expresión:

$$m = \frac{V_{rb} - \frac{R}{\Delta R} \Delta V_{rb}}{V_{be} - \frac{R}{\Delta R} \Delta V_{be}}$$

en la que m es el número de caídas de voltaje de uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo; V_{rb} es el voltaje de perforación inversa del diodo de avalancha;



ΔV_{rb} es la variación de dicho voltaje de perforación -
inversa con los cambios de la temperatura; V_{be} es la caída de voltaje de cada una de dichas uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo; ΔV_{be} es la variación de dicha caída de voltaje con los cambios de la temperatura; R es el valor óhmico de dicha resistencia; y ΔR es la variación de dicho valor óhmico con los cambios de la temperatura.

7.- Un dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque el número predeterminado de caídas de voltaje de uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo, proporcionadas por dicho circuito estabilizador de corriente, lo proporciona una pluralidad de transistores que tienen sus circuitos de corriente de electrodo colector-electrodo emisor acoplados en serie entre dicho otro extremo de dicha resistencia y dicho punto de voltaje de referencia, y que tienen sus electrodos base y colector conectados en común, siendo dicha pluralidad de transistores sustancialmente igual en número a la integral más inmediata de dicho número predeterminado de caídas de voltaje de uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo.

8.- Un dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque el número de caídas de voltaje de uniones semiconductoras polarizadas en sentido directo lo proporciona un primer transistor conectado en una configuración de amplificador de emisor común; un segundo transistor conectado en una configuración de amplificador de colector común; y medios que incluyen un par de resistencias de relación predeterminada que interconectan dichos



transistores en un bucle de reacción degenerativo para -
 dar un voltaje de referencia para dicho amplificador de
 colector común desde dicho amplificador de emisor común
 en dicho otro extremo de dicha resistencia, siendo la -
 5 relación entre dicho par de resistencias sustancialmente
 menor en dos uniones que dicho número predeterminado de
 caídas de voltaje de uniones semiconductoras.

9.- Un dispositivo según la reivindicación 2, -
 caracterizado porque dichos medios reguladores incluyen
 10 un diodo de avalancha acoplado en serie con dicha resis-
 tencia entre dicho manantial de voltaje y dicho punto de
 voltaje de referencia, y que incluye una segunda resistan-
 cia que tiene un extremo acoplado a la unión entre dicha
 primera resistencia y dicho diodo de avalancha, y un nú-
 15 mero predeterminado de transistores que tienen sus circui-
 tos de corriente de electrodo colector-electrodo emisor -
 acoplados en serie entre el otro extremo de dicha segunda
 resistencia y dicho punto de voltaje de referencia, y que
 20 tienen sus electrodos base y colector conectados en común,
 siendo dicho número predeterminado de transistores sustan-
 cialmente igual a la integral más inmediata de la fracción:

$$\frac{V_{rb} - \frac{R}{\Delta R} \Delta V_{rb}}{V_{be} - \frac{R}{\Delta R} \Delta V_{be}}$$

25 en la que V_{rb} es el voltaje de perforación inversa del dio-
 do de avalancha; ΔV_{rb} es la variación de dicho voltaje -
 30 de perforación inversa con los cambios de la temperatura;



5 V_{be} es la caída directa de voltaje del electrodo base al electrodo emisor de cada uno de dichos transistores; -- ΔV_{be} es la variación de dicha caída directa de voltaje con los cambios de temperatura; R es el valor óhmico de dicha segunda resistencia; y ΔR es la variación de dicho valor óhmico con los cambios de la temperatura.

10 10.- Un dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque dichas resistencias, dicho diodo de avalancha y dicho número predeterminado de transistores -- están dispuestos todos en un solo dispositivo de circuito integrado, incluyendo también un transistor que tiene una unión de base-emisor acoplada a través de la unión de base-emisor del primero de dicho número predeterminado de transistores más próximo a dicho punto de voltaje de referencia, y un circuito de salida acoplado al electrodo -
15 colector de dicho transistor en el que circula una corriente sustancialmente igual en magnitud a la corriente que circula por el citado de dicho número predeterminado de -
20 transistores en un amplio margen de temperaturas.

25 11.- Un dispositivo de manantial de corriente - destinado a polarizar un transistor.

25 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y - para los fines que se han especificado.



15 ENE

Esta Memoria consta de veintiseis hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 15 ENE. 1969

P.A.

Alfonso de Elizabeta
Por Poder.

8-1-69/RTA.-

361150

M 5 ENE

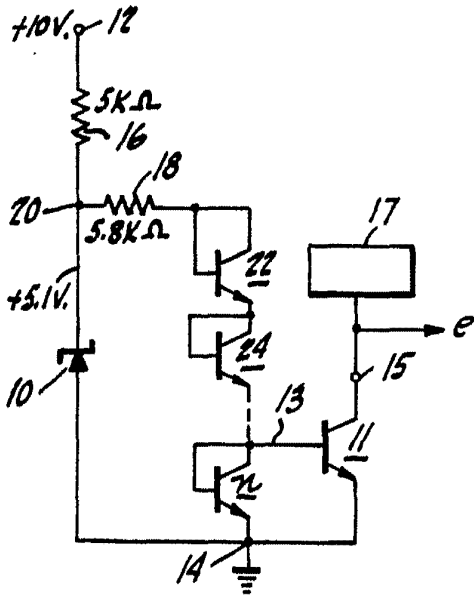


Fig. 1.

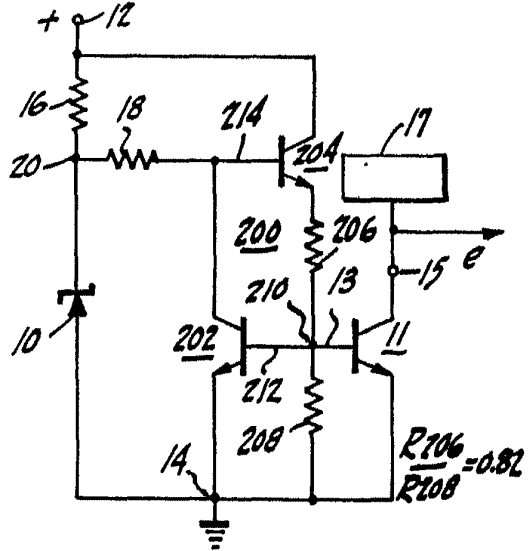


Fig. 2.

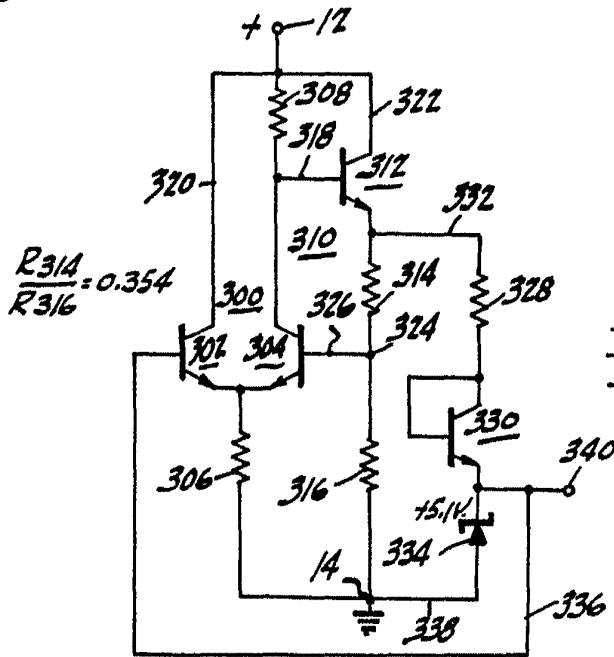
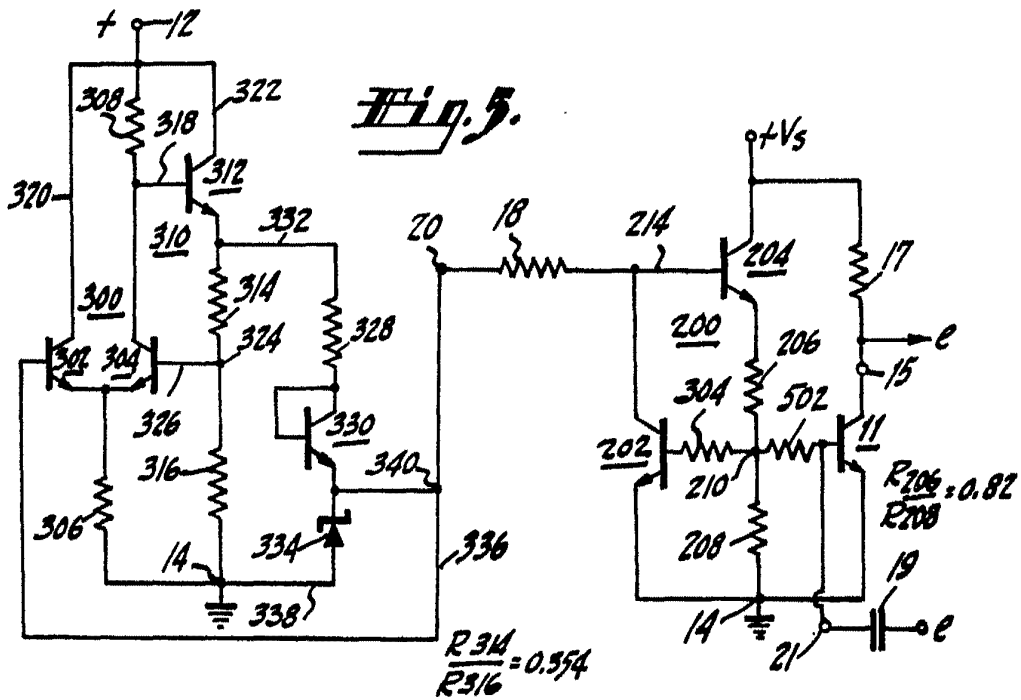
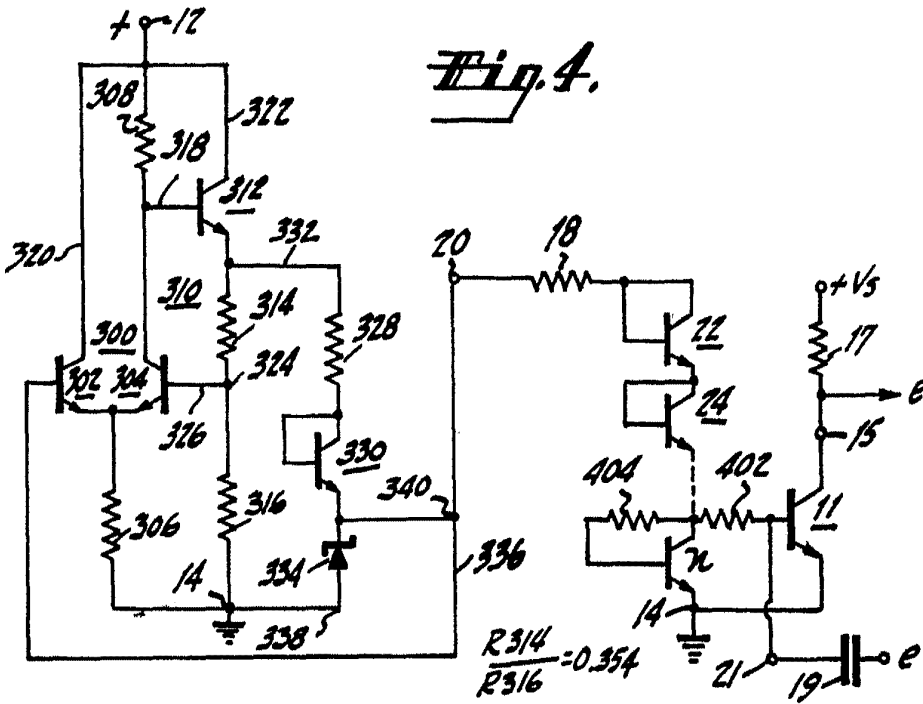


Fig. 3.

Alfredo de Elizalde
R. E. Prof.



17 5 ENE



Alberto de Eusebio
Per Rodari