

429228



PATENTE DE INVENCION

RCA 67.172

HOF

Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en amplificadores estabi-
lizados realimentados.

.....

Solicitante: RCA CORPORATION, entidad norteamericana, residente en
30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y.10020, EE.UU. de A.

.....

Este invento se refiere a perfeccionamientos en cir-
cuitos de amplificación de señal estabilizada realimenta-
dos, y en particular, a un amplificador idóneo para uti-
lizarse como amplificador de audioseñal construido en
5. forma de circuito integrado monolítico.



5. En el diseño de circuitos amplificadores electrónicos, y en particular cuando tales circuitos se construyen en forma integrada monolítica, es conveniente utilizar dispositivos amplificadores diferenciales. Los amplificadores diferenciales ofrecen un gran número de ventajas que comprenden el uso de relativamente pocos capacitores, la evitación en gran parte del uso de resistores de valor elevado, dependencia de la ganancia con relaciones de resistencia en lugar de con valores absolutos, amplia gama de frecuencia de funcionamiento incluyendo 10. audiofrecuencias bajas, entradas y/o salidas en contrafase o carga sencilla, y funcionamiento estable.

15. Con relación a las características de estabilidad de dichos amplificadores, en general son deseables la estabilidad de la ganancia de la señal y la estabilidad del nivel de corriente de reposo o corriente continua. Frecuentemente se emplea realimentación negativa para obtener dichos resultados. En interés de la economía, es conveniente poder conseguir dicha realimentación con el empleo de un número mínimo de capacitores de derivación. En el contexto de los circuitos integrados, es también conveniente reducir al mínimo el número de 20. terminales al que se necesitan conectar componentes externos como son los capacitores de derivación.

25. Cuando la etapa de entrada del amplificador está en forma diferencial, se suele alimentar la señal a un lado de la configuración diferencial y la realimentación al otro. En otro dispositivo, como el que se describe en la patente EE.UU. nº 3.434.069, el transistor fuente de corriente constante acostumbrado (o transistor de carga) asociado con el transistor amplificador diferencial, se reemplaza por una red en "T" que 30. comprende un resistor conectado entre los emisores de los transis



- tores diferenciales y un par adicional de transistores generadores de corriente, cada uno de ellos acoplado entre el emisor de uno de los transistores diferenciales y un punto de voltaje de referencia. Los transistores generadores de corriente se excitan por medio de la tensión de etapa de realimentación de corriente diferencial de carga sencilla para conseguir la realimentación negativa de estabilización deseada desde la salida del amplificador. A pesar de que dicha configuración ofrece un cierto número de atributos deseables, comprende el uso de suministro de tensión positiva y negativa, condición que es indeseable en muchos medios ambientes, incluyendo los circuitos integrados monolíticos. Además, la red de realimentación exige el uso de un número considerable de componentes, tanto activos como pasivos, para convertir las variaciones de la tensión de salida de una etapa de carga sencilla en variaciones de corriente de realimentación diferencial.
- 5.
- 10.
- 15.

- Según el presente invento, se ofrece un amplificador estabilizado de realimentación, que comprende un amplificador de señal diferencial que tiene por lo menos un primer y un segundo transistores amplificadores de la señal y un terminal de entrada de la señal acoplado a uno de los transistores. Un terminal de salida se acopla en continua al amplificador diferencial. Un primer transistor de control de corriente se acopla al amplificador diferencial para suministrar corriente de polarización al primer y segundo transistores de amplificadores. Un repetidor de corriente se acopla entre el terminal de salida y el transistor amplificador y comprende un segundo transistor de control de corriente, un terminal de entrada acoplado al terminal de salida y un terminal de suministro de corriente de realimentación acoplado al primer y segundo transistores am
- 20.
- 25.
- 30.



plificadores para proporcionar realimentación negativa. Las características de novedad del presente invento se indican de un modo particular en las reivindicaciones adjuntas. No obstante, el propio invento, tanto en lo que se refiere a su organización como a su método de funcionamiento, así como objetos y ventajas adicionales, se comprenderá mejor por la descripción que sigue, tomando como referencia el dibujo adjunto; en el que:

5.
10. La figura 1 es un diagrama del esquema del circuito de un amplificador diferencia simplificado que incorpora los principios del presente invento; y

La figura 2 es un diagrama del esquema del circuito detallado de un amplificador idóneo para construirse en forma de circuito integrado que incorpora los principios del presente invento.

15.
20. Refiriendonos a la figura 1, las señales de entrada que se han de amplificar se acoplan por un terminal de entrada 10 al electrodo base de un primer transistor 12 de un par de transistores amplificadores acoplados en forma diferencial 12 y 14. La corriente de funcionamiento se acopla a los emisores de los transistores 12 y 14 por medio de una combinación de un primer y un segundo transistores de control de corriente 16 y 18 y un resistor de realimentación 20. El resistor 20 se acopla en corriente continua entre los emisores de los transistores 12 y 14 (así como entre los colectores de los transistores 16 y 18). La corriente de reposo para los transistores 12 y 14 se determina por medio de la combinación en serie de un resistor 22 y diodos (uniones semiconductoras) 24 y 26 acoplados entre dos terminales (B + y tierra) de una fuente de tensión de alimentación. El diodo 26 se acopla en continua en

25.
30.



5. tre la base y el emisor del transistor 16 para proporcionar un repetidor de corriente que produce una corriente de colector en el transistor 16 proporcional a la corriente en el diodo 26. La polarización de servicio para las bases de los transistores 12 y 14 se suministra desde la unión del resistor 22 y el diodo 24 por resistores de desacoplamiento relativamente potentes 28 y 30, respectivamente.

10. Las corrientes de colector de los transistores 12 y 14 se combinan para proporcionar una corriente de salida sin transformación por medio de un repetidor de corriente 32 ilustrado comprendiendo un diodo 34 y un transistor 36, teniendo los dispositivos 34 y 36 geometrías similares y encontrándose en un medio ambiente térmico común para proporcionar, por ejemplo, un duplicado de la corriente de colector del transistor 12 en el colector del transistor 36.

15. Una diferencia de corriente de salida de una etapa de carga sencilla se acopla desde los colectores unidos de los transistores 14 y 36 a la base de un transistor de salida seguidor de tensión 38, cuyo emisor se acopla a un terminal de salida 40. Un resistor regulador de carga 42 se acopla entre el terminal de salida 40 y el punto de voltaje de referencia (tierra) por medio de un diodo 44 que, junto con el transistor de control de corriente 18, proporciona un repetidor de corriente realimentado 46.

20. Se puede proporcionar una señal de salida invertida, por ejemplo, acoplando el circuito base-emisor de un transistor adicional 48 a través del diodo 44 y acoplando una carga 50 al colector del transistor 48. En ese caso, las geometrías del transistor 48 y el diodo 44 serían apropiadamente proporcionales para conseguir la ganancia de corriente deseada.

25.

30.



La respuesta a frecuencias del amplificador está determinada principalmente por un capacitor 52 acoplado en un trayecto de realimentación multiplicador de la capacitancia entre el colector y la base del transistor 14. El valor efectivo del capacitor 52 en unión con una resistencia asociada (v.g. el resistor 30) proporciona un circuito discriminador de frecuencias apropiado de acuerdo con el uso a que se destina el amplificador (v.g. en la parte superior del espectro de audiofrecuencias cuando el amplificador se utiliza para sonido). En el medio ambiente de un circuito integrado, el amplificador de corriente 46, que se ilustra empleando dispositivos NPN que tienen una respuesta de frecuencia de banda relativamente ancha, no afecta a la respuesta de frecuencia del circuito general.

En el funcionamiento del circuito de la figura 1, la corriente de colector de reposo del transistor de control 16 se determina de acuerdo con la expresión:

$$I_{16} = \frac{B + - 2V_{BE}}{R_{22}}$$

Donde V_{BE} es la tensión que cae en cada uno de los diodos 24 y 26 y, normalmente, es del orden de 0,7 voltios.

Olvidando por el momento los transistores 14 y 18 y suponiendo que la ganancia de corriente (β) de cada uno de los transistores 12 y 16 sea relativamente alta y que el repetidor de corriente 32 proporcione una ganancia unidad, la corriente de colector del transistor 16 se reflejará por medio del transistor 12, el diodo 34 y el transistor 36 en el colector del transistor 36. La activación resultante del transistor seguidor 38 producirá una tensión de reposo en el terminal de



salida 40, que, a su vez, se convertirá en una corriente en el diodo 44 y el resistor 42.

La corriente resultante en el diodo 44 se puede expresar en términos de la tensión de salida de reposo V_{OQ} en el terminal 40 como sigue:

5.

$$I_{44} = \frac{V_{OQ} - V_{BE}}{R_{42}}$$

10.

Olvidando por el momento la conexión proporcionada por el resistor 20, donde el diodo 44 y el transistor 18 tienen iguales geometrías por lo que el repetidor de corriente 46 proporciona ganancia de corriente unidad, la corriente de colector del transistor 14 será también prácticamente igual a I_{44} (v.g. $I_{18} = I_{44}$).

15.

En un amplificador de este tipo, es conveniente que la tensión V_{OQ} sea aproximadamente igual a la mitad de la tensión de alimentación B +, obteniéndose de este modo en la salida una oscilación máxima simétrica de tensión en el terminal 40 en respuesta a las señales alimentadas. Sustituyendo los valores B +/2 por V_{OQ} y I_{18} por I_{44} en la expresión anterior y estableciendo adicionalmente $I_{16} = I_{18}$ en la expresión primitiva, se podrá observar que el valor V_{OQ} deseado se puede obtener eligiendo R_{22} igual al doble del valor de R_{42} . Esta condición de reposo se mantendrá en virtud de la realimentación negativa proporcionada por el repetidor de corriente 46.

20.

25.

La corriente de reposo en el resistor 20 será también prácticamente cero como se supuso al considerar las dos mitades del circuito por separado.

Cuando se alimentan señales de entrada al terminal 10 las corrientes variarán correspondientemente en el transistor 12 el diodo 34 y el transistor 36. Las variaciones de la señal

30.



- de entrada se acoplan también por el resistor 20 al emisor del transistor 14 para producir un cambio de sentido opuesto en la corriente de colector del transistor 14. Una variación de tensión resultante en el terminal de salida 40, en fase con la señal suministrada en el terminal 10, produce un cambio en la corriente de realimentación suministrada por el repetidor de corriente 46 de un sentido tal que tiende a volver a equilibrar las corrientes en los transistores 12 y 14 (v.g. se obtiene realimentación de señal negativa).
- 5.
10. La ganancia de tensión de la señal del amplificador está determinada principalmente por la relación de resistores 42 y 20 y la ganancia de corriente del repetidor 46 (que se ha sugerido anteriormente como la unidad).
15. Se ha observado que los amplificadores de este tipo producen una distorsión relativamente baja que se puede atribuir, al menos en parte, al hecho de que los niveles de la corriente en los transistores 12 y 14 tienden a seguirse más que en los amplificadores diferenciales clásicos.
20. Refiriendonos a la figura 2, los elementos del circuito que realizan funciones similares a los elementos ilustrados en la figura 1 están indicados por los mismos números de referencia que se utilizan en la figura 1 seguido de una virgulilla (').
25. En la figura 2, se alimentan señales de entrada por el terminal 10' a la base de un par de transistores 12' con acoplamiento Darlington que forman un lado de un amplificador diferencial, estando previsto el otro lado por transistores 14' con acoplamiento Darlington. La polarización de servicio se obtiene por medio de un dispositivo conectado en serie de uniones semiconductoras y resistores acoplados entre los ter-
- 30.



minales de suministro de la tensión de alimentación (B + y tierra). Las uniones semiconductoras están previstas normalmente por medio de transistores que tienen sus electrodos colector y base cortocircuitos entre sí. Las caídas de tensión base emisor de los dispositivos Darlington 12' y 14' se simulan por medio de equivalente de los transistores 24' conectados como diodo.

5. Un par de resistores sustancialmente iguales 22' determina principalmente el nivel de la corriente en el dispositivo de polarización en función del nivel de la tensión de alimentación aplicada (B + aproximadamente de ± 16 a ± 40 voltios). Un capacitor de supresión de ondulaciones 58 se acopla al punto medio de los resistores 22'. También se proporciona un suministro de tensión regulado por medio de una fuente de corriente 54 acoplada a un diodo de avalancha 56 (zener).

10. Unos resistores de contrareacción del orden de 100 a 400 ohms se asocian con los repetidores de corriente 32', 46', la fuente de corriente 54 y los transistores de control de corriente 16' y 18', para mejorar la coincidencia o equiparación de las corrientes cuando se desee.

15. El repetidor de corriente 32' tiene una forma diferente si se compara con el repetidor 32 de la figura 1, pero ejerce la misma función con una impedancia más elevada, según se sabe. El repetidor 46' es también de una forma modificada si se compara con el repetidor 46, pero se dispone para proporcionar una ganancia de corriente (pérdida) de la mitad en virtud a la inclusión de un transistor (no numerado) que tiene un área de base-emisor doble (2X) que la del transistor 18' con el que se asocia. De un modo similar, el diodo 26' se relaciona en área con el transistor 16' en un factor de dos. Estas



5. relaciones de área se eligen para permitir el empleo de niveles de corriente más elevados (y por lo tanto resistores de menor valor) en la cadena de polarización si se compara con las corrientes deseadas en los transistores 16' y 18'. Tales configuraciones son particularmente deseables cuando el circuito ilustrado se construye en forma integrada monolítica, puesto que en dicho caso, los resistores de valor menor dan por resultado una economía de área en el bloquecito del circuito integrado.
10. Las modificaciones adicionales al circuito de la figura 2 comprenden la adición de una etapa de salida amplificadora de potencia casi complementaria 62 que comprende una red de polarización reductora de la distorsión por cruce, de temperatura compensada, 60 y un transistor de suministro de corriente 64. Según es sabido, la etapa de salida 62 proporciona una ganancia de tensión prácticamente de la unidad. El transistor 64 se puede alimentar con una polarización de base apropiada para proporcionar una corriente de salida de colector prácticamente constante, acoplando el terminal A al terminal referenciado de un modo similar junto al diodo de regulación 56, por ejemplo mediante una combinación apropiada de diodo-resistor del tipo ilustrado, por ejemplo, en la patente U.S.A. nº 3.534.245.
15. Un circuito de carga apropiado, como puede ser un altavoz 68, se acopla al terminal 40' para utilizar las señales amplificadas que se producen. Con los valores de los componentes del circuito ilustrados, construidos en un circuito integrado, se puede emplear un altavoz que tenga una impedancia nominal del orden de 8 a 32 ohms. Con la configuración ilustrada se puede obtener una potencia de salida en audio del or-
- 20.
- 25.
- 30.



den de 4W. El dispositivo proporciona una ganancia de tensión correspondiente del orden de 35db. Se observará que no se asocian capacitores de derivación externos con la circuitería de realimentación.

5. A pesar de que el invento se ha ilustrado con relación a ciertas modalidades de preferencia, se comprenderá que los expertos en la materia pueden realizar diversas modificaciones sin desviarse del alcance del invento.

10. Por ejemplo, se pueden emplear esquemas de polarización diferentes. También se pueden emplear etapas de amplificación adicionales o diferentes. Se puede conseguir una tensión de funcionamiento de reposo modificada a un valor distinto, aproximadamente la mitad de la tensión de alimentación mediante una selección apropiada de los valores de resistencias indicados. La ganancia del amplificador puede cambiarse mediante una modificación apropiada, por ejemplo, del resistor
15. 20. También se pueden realizar apropiadamente otras modificaciones.

20. N O T A

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Inglaterra con el número 38320/73 de 13 de agosto de 1.973, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que
30.



constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita Patente de Invencion por 20 años en España sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN AMPLIFICADORES ESTABILIZADOS REALIMENTADOS, caracterizándose por lo siguiente:

5.

10.

15.

20.

25.

30.

1.- Perfeccionamientos en amplificadores estabilizados realimentados del tipo que comprenden un amplificador de señal diferencial que tiene por lo menos un primer y un segundo transistores amplificadores de señal y un terminal de entrada de la señal acoplado a uno de dichos transistores, un primer transistor de control de corriente acoplado a dicho amplificador de señal diferencial para suministrar corriente de polarización a dichos primer y segundos transistores amplificadores, un terminal de salida acoplado en continua a dicho amplificador diferencial, caracterizados porque dicho amplificador comprende un circuito repetidor de corriente que tiene por lo menos un segundo transistor de control de corriente, un terminal de entrada acoplado a dicho terminal de salida y un terminal de suministro de corriente de realimentación acoplado a dicho amplificador de señal diferencia para proporcionar realimentación negativa a dicho amplificador.

2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos medios repetidores de corriente comprenden además por lo menos una unión semiconductor y una primera resistencia acoplada en serie entre dicho terminal de salida y un punto de potencial de referencia común a dicho segundo transistor de control, comprendiendo dichos segundo transistor de control, una unión base-emisor acoplada a través de dicha unión semiconductor y un electrodo colector para producir una salida de corriente proporcional a la

B



corriente de realimentación producida en dicha unión semiconductora.

5. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque dicha salida de corriente producida en el citado electrodo colector de dicho segundo transistor de control comprende componentes sensibles a la corriente continua y a la señal.

10. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque cada uno de dichos transistores amplificadores de la señal comprenden electrodos base, emisor y colector, porque dicho terminal de entrada de la señal se acopla a uno de dichos electrodos base y dichos electrodos emisores se acoplan en continua entre sí, y por que cada uno de dichos transistores de control de corriente comprenden electrodos

15. base, emisor y colector, acoplándose dichos electrodos colectores de dichos transistores de control de corriente en corriente continua a dichos electrodos emisores de dichos transistores amplificadores de la señal.

20. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque dichos electrodos emisores de los transistores amplificadores se conectan cada uno directamente a un electrodo colector de un transistor correspondiente de dichos transistores de control que se acoplan en continua entre sí por una segunda resistencia.

25. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque dicho amplificador comprende una fuente de corriente de polarización que comprende una combinación en serie de una resistencia en serie y por lo menos una unión semiconductor, acoplándose esta última unión a través de una

30. unión base emisor de dicho primer transistor de control de co

Peg



1974

- 14 -

rriente, siendo dichas primera resistencia y resistencia en serie proporcionales para conseguir una condición de tensión en reposo predeterminada en dicho terminal de salida.

5. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque cada uno de dichos transistores amplificadores de señal comprenden electrodos base, emisor y colector, porque dichos electrodos emisores se acoplan en continua entre sí mediante una segunda resistencia, y porque cada uno de dichos transistores de control de corriente comprenden electrodos base, emisor y colector, y porque dichos electrodos colectores de dichos transistores de control de corriente se conectan directamente a los citados electrodos emisores de los transistores amplificadores.

10. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque se acopla un capacitor a dicho electrodo colector del segundo transistor amplificador para proporcionar una característica de respuesta a frecuencias predeterminada para dicho amplificador.

15. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 8, caracterizados porque dicho amplificador comprende un segundo dispositivo repetidor de corriente acoplado a dichos electrodos colectores de los transistores amplificadores para proporcionar una señal de salida a una etapa de carga sencilla y porque el terminal de entrada de dicha señal se acopla al citado electrodo base de dicho primer transistor amplificador.

20. 10.- Perfeccionamientos en amplificadores estabilizados realimentados, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

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

Madrid

13 AGO. 1974

RCA CORPORATION

L. GÓMEZ AGUILO Y CORDERO
Firmado: L. Gómez Fernández

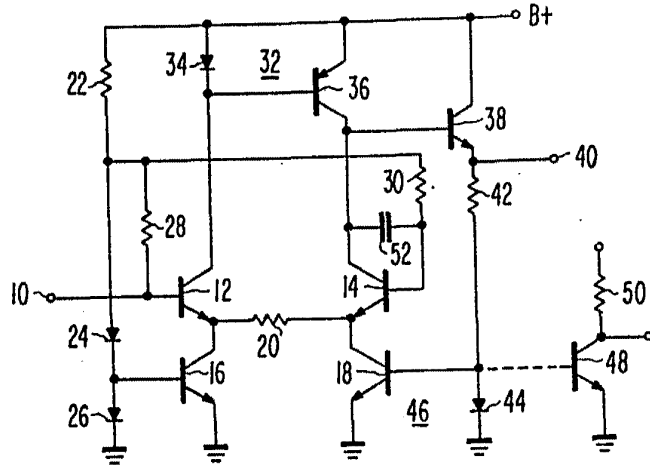


Fig. 1

ESCALA
VARIABLE

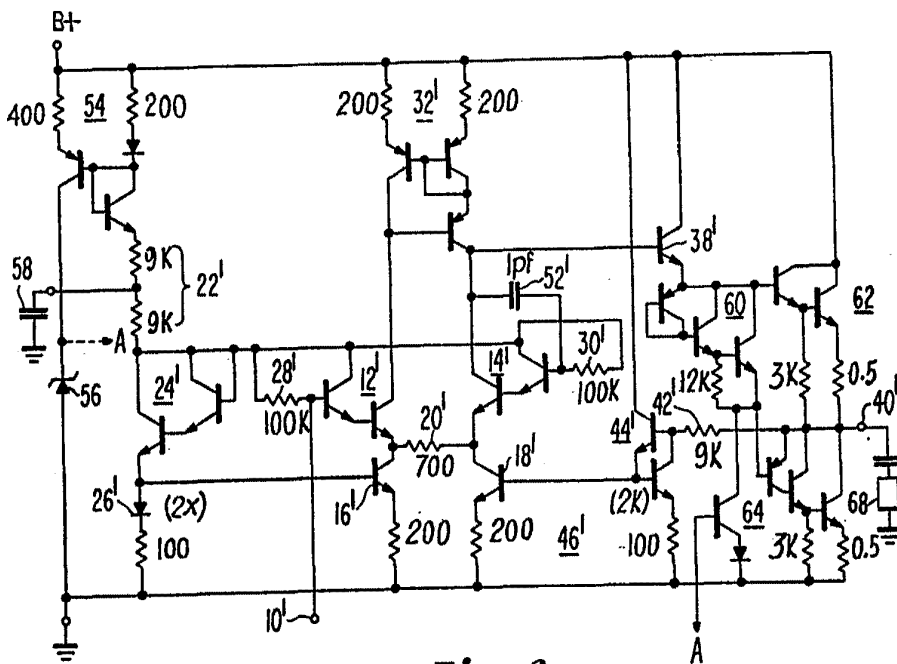


Fig. 2

13 AGO. 1974

J. GOMEZ ACEVEDO Y MUDEY
Dpto. Estudios L. Guafía Eureka