

362530

P.- 40.470

RCA 59.078

**Memoria descriptiva**

12 FEB 1969



para solicitar Patente de Invención en España 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 AMPLIFICADOR DE GANANCIA CONTROLADA" (Clase Inter-  
nacional H03f)

4.2.1969



Esta invención se refiere a circuitos amplificadores de transistores, y, más particularmente, a circuitos amplificadores de ganancia controlada.

5 La invención, según se describe aquí, puede ser realizada ya sea en forma de circuito discreto ya sea en forma de circuito integrado, dependiendo de las necesidades y deseos del usuario. La denominación de  
10 circuito integrado, según es utilizada aquí, 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.

Para el objeto presente, se hará referencia a elementos componentes específicos de un circuito eléctrico; tal referencia se aplicará igualmente a la forma  
15 de componente de circuito discreto y a la estructura que proporciona la función similar en un microfragmento de circuito integrado.

Los amplificadores transistorizados, de ganancia controlada, ya sea en forma de circuito integrado o  
20 en forma de circuito discreto, deben ser capaces de manejar una gama comparable de señales de entrada para competir con amplificadores de ganancia controlada de tubos de vacío. Existe, sin embargo, el problema básico de que los amplificadores de transistor, tanto en forma de  
25 circuito integrado como de componente discreto, presentan carácter no lineal que conduce a distorsión de modulación transversal y de intermodulación.

La característica de transferencia de un transistor es el gráfico de la corriente de colector en  
30 función de la tensión base-emisor. En la gama normal de



funcionamiento del transistor, esta característica es exponencial, y, por consiguiente, la pendiente en cualquier punto, a lo largo de la característica de transferencia, es también exponencial. Como consecuencia, existe una distorsión en la señal de salida cuando una señal es aplicada a base de un transistor. Sin embargo, para pequeñas señales, la distorsión es aceptable a causa de que pequeños incrementos a lo largo de la característica de transferencia se aproximan a un gráfico lineal y la distorsión no es pronunciada. Pero, al hacerse más grande la señal de entrada, esta aproximación ya no es cierta y se producen mayores distorsiones. Las aplicaciones específicas de circuitos determinan qué nivel de distorsión es aceptable y, por lo tanto, para un transistor dado, la magnitud de la señal de entrada.

Así, es deseable obtener un amplificador de ganancia controlada que utilice transistores en el que la gama de amplitud de señales aplicadas al amplificador no vaya más allá de un nivel por encima del cual se produciría distorsión indeseable.

Un amplificador de ganancia controlada que incorpora los principios de la presente invención, incluye un primer transistor que tiene un electrodo de base, un electrodo colector y un electrodo de emisor. Se dispone de un terminal de entrada de señales y un terminal de salida de señales. El terminal de entrada de señales del amplificador está destinado a ser conectado a un manantial de señales de entrada a amplificar. Primeros medios de acoplamiento están incluidos, para acoplar el manantial de señales de entrada al primer



transistor. Estos medios de acoplamiento acoplan las señales, sustancialmente sin atenuación, en una primera gama de amplitudes de señales de entrada y, además, acoplan las señales al primer transistor con atenuación controlada para amplitudes de las señales de entrada más allá de la primera gama. Esto limita eficazmente los desplazamientos de señales en el primer transistor a un nivel correspondiente al extremo superior de la primera gama de amplitudes de señales.

5

10

En los dibujos que se acompañan:

La figura 1 es un diagrama de circuito esquemático de un amplificador de ganancia controlada, construido de acuerdo con los principios del presente invento; y

15

La figura 2 es un diagrama esquemático de circuito de una alimentación de voltaje de  $V_{be}$  múltiple.

20

Refiriéndonos ahora a los dibujos, y, más particularmente, a la figura 1, en la que se ilustra un amplificador de radio frecuencia o frecuencia intermedia, de ganancia controlada, dos transistores 12 y 14 forman un amplificador cascodo 16. El amplificador cascodo 16, cuya configuración proporciona un aislamiento relativamente bueno entre los circuitos de las señales de entrada y de salida, activa un circuito sintonizado 18.

25

30

El electrodo de colector del transistor 12 está conectado directamente al electrodo de emisor del transistor 14, y el electrodo de colector del transistor 14 está conectado a un terminal 20 por medio del cir-

12 FEB



5 cuito sintonizado 18. El terminal 20 está destinado a ser excitado por un manantial positivo de potencial no mostrado. Una polarización de tres  $V_{be}$  es aplicado al electrodo de base del transistor 14 desde una alimentación de  $V_{be}$  múltiple. A continuación se dará una explicación de una disposición de polarización para el amplificador de ganancia controlada, con más detalle; sin embargo, la alimentación de tensión de  $V_{be}$  múltiple mostrada en la figura 2, puede ser similar a una alimentación múltiple descrita en la patente de los Estados Unidos Nº 3.366.889 expedida el 30 de enero de 1968.

15 Una señal de entrada para el amplificador cascodo 16 es aplicada al electrodo de base del transistor 12. Una resistencia de polarización 22 conecta el electrodo de base del transistor a un potencial de referencia ilustrado como tierra 24. Un transistor 26 está conectado con sus electrodos colector y emisor en serie con el electrodo de base del transistor 12. El transistor 26 está destinado a proporcionar control de ganancia para el amplificador cascodo 16 por atenuación de la señal de entrada al amplificador, y evitar que sean aplicadas al amplificador cascodo señales, que sean tan grandes como para producir una cuantía inaceptable de distorsión. Esto es, el transistor de atenuación 26 ayuda a evitar que sean aplicadas señales, más allá de una gama deseada de amplitudes, al transistor 12.

20  
25  
30 Un transistor 28, conectado como un seguidor de emisor, recibe en su electrodo de base la señal deseada, que ha de ser amplificada por el amplificador cascodo 16. El transistor 28 tiene su electrodo de emisor



5 conectado directamente al electrodo de colector del transistor 26 y su electrodo de colector, directamente conectado al terminal 20. El transistor 28 aisla el circuito conectado a su electrodo de base de cambios de impedancia asociados al transistor atenuador 26.

10 Un transistor 30 recibe una señal de control de ganancia en su electrodo de base y proporciona la información de control de ganancia deseada al transistor atenuador 26 y a otros componentes de circuito de control de ganancia descritos a continuación. La señal de control de ganancia puede ser derivada, de una forma conocida, en función de la intensidad de la señal, como en receptores de radio o televisión. El electrodo de colector del transistor 30 está conectado al electrodo de base del transistor 28 por medio de una resistencia de polarización 32. Una resistencia 34 interconecta el electrodo emisor del transistor 30 y el electrodo de base del transistor atenuador 26.

20 Las señales de control de ganancia son, por lo tanto, aplicadas a la base del transistor atenuador 26 desde el electrodo de emisor del transistor 30, a través de la resistencia 34. El electrodo de emisor del transistor 30 está conectado al electrodo de base del transistor 36, por medio de un diodo 38. El diodo 38 es un elemento de polarización utilizado para obtener la polarización  $V_{be}$  apropiada en el transistor 36 y el diodo 40.

25 El transistor 36, que forma parte del circuito de control de ganancia para el amplificador cascodo, tiene su electrodo de emisor directamente conectado al electrodo de emisor del transistor 12. La unión de los

30

12 FEB



emisores de los transistores 12 y 36 está conectada a la tierra 24 por medio de una combinación en paralelo de un diodo 40 y una resistencia 42. El diodo 40 tiene sus polos dispuestos de tal manera que, cuando está polarizado en sentido directo, proporciona una vía de baja impedancia desde el electrodo de emisor del transistor 12 a la tierra 24. El electrodo de colector del transistor 36 está conectado directamente al terminal 20 y el electrodo de base del transistor 36 está conectado a tierra por medio de una resistencia de polarización 44.

Para obtener la polarización apropiada para la condición de máxima ganancia del circuito, es aplicada una tensión de tres  $V_{be}$  al electrodo de colector del transistor 30. La tensión de polarización es aplicada a un terminal 46, el cual está conectado al electrodo de colector del transistor. Para la ganancia máxima, la señal de control de ganancia, en el electrodo de base del transistor 30, es de un valor tal que haga que el transistor sea saturado. Para que el amplificador cascodo 16 funcione eficazmente, con la tensión de tres  $V_{be}$  aplicada al electrodo de base del transistor 14, según se ha mencionado anteriormente, el manantial de potencial en el terminal 20 debe exceder de tres  $V_{be}$ . Bajo estas condiciones se obtiene una condición de reposo, con el circuito preparado para recibir una señal de entrada en el electrodo de base del transistor 28 y una señal de control de ganancia en el electrodo de base del transistor 30.

Bajo las máximas condiciones de ganancia, el transistor 30 está en saturación y la tensión en su

4.2.1969



electrodo de emisor la forman las tres  $V_{be}$  aplicadas al terminal 46. Partiendo del electrodo emisor del transistor 30, hay dos circuitos cerrados a la tierra 24, que proporcionan cada uno una caída de tres  $V_{be}$ . Así, desde el electrodo de emisor del transistor 30, a través de la resistencia 34, la base al emisor del transistor 26, la base al emisor del transistor 12 y el ánodo al cátodo del diodo 40, hay una caída de tensión de tres  $V_{be}$ . Deberá notarse, por supuesto, que el flujo de corriente en el electrodo de base del transistor 26 es suficientemente pequeño como para que la caída de tensión a través de la resistencia 34, pueda ser despreciada.

De una manera similar, desde el electrodo de emisor del transistor 30, a través del ánodo al cátodo del diodo 38, la base al emisor del transistor 36 y el ánodo al cátodo del diodo 40, hay una caída de tensión de tres  $V_{be}$ .

A continuación se hace referencia a la figura 2, que ilustra una alimentación de voltaje de  $V_{be}$  múltiple. Esta alimentación de  $V_{be}$  es una forma de alimentación múltiple que puede ser utilizada con el amplificador. La alimentación de  $V_{be}$  consiste en una serie de diodos 48, 50, 52, 54 y 56 conectados en serie entre la tierra 58 y un lado de una resistencia 60. El otro lado de la resistencia 60 está conectado a un terminal 62 que está destinado a ser excitado por un manantial de potencial, no mostrado. La resistencia 60 limita el flujo de corriente a través de los diodos y evita posibles sobrecargas. Se hallan disponibles terminales de salidas múltiples, 62, 64, 66, 68 y 70. Un terminal está

12 FEB 1969



5 conectado a cada ánodo del diodo. Así, en el terminal 62, se halla disponible una tensión de un  $V_{be}$ , en el terminal 64 dos  $V_{be}$ , en el terminal 66 tres  $V_{be}$ , etc. De esta forma, se puede obtener una alimentación de  $V_{be}$  múltiple. Sin embargo, puede ser utilizada cualquier alimentación de tensión que proporcione las tensiones de polarización necesarias.

10 Refiriéndonos de nuevo a la figura 1, cuando el amplificador cascodo 16 está en la ganancia máxima, es aplicada una señal de control de ganancia al electrodo de base del transistor 30, la cual hace que el transistor 30 se sature y permita que fluya la corriente máxima a través del circuito colector-emisor del transistor 30 y dentro de los electrodo de base de los transistores 26 y 36. Esto satura el transistor 26  
15 atenuador 26 y, adicionalmente, hace que funcione el amplificador cascodo a la máxima ganancia. El transistor atenuador 26, durante la saturación, tiene una pérdida baja por inserción, y la señal aplicada a la entrada del amplificador cascodo no es atenuada. Además, bajo condiciones de máxima ganancia, la tensión en el electrodo de emisor del transistor 36 es suficiente para polarizar en sentido directo el diodo 40, lo que proporciona una línea de baja impedancia para el electrodo  
20 de emisor del transistor 12 a la tierra 24. El amplificador cascodo, por lo tanto, está funcionando a la máxima ganancia.

30 Para reducir la ganancia del sistema, la señal de control de ganancia aplicada al electrodo de base del transistor 30 origina la disminución del flujo



de corriente a través de su circuito de colector-emisor. Sin embargo, puesto que el transistor 26 está en saturación, los efectos iniciales del cambio en la tensión de control de ganancia son trasladados a través de las vías base-emisor de los transistores 30 y 36 y diodo 38 al diodo 40. Estos cambios en la tensión se producen en una dirección que reduce la polarización directa sobre el diodo 40, el cual deja de conducir rápidamente. Como consecuencia, la impedancia entre el electrodo de emisor del transistor 12 y la tierra 24 aumenta rápidamente y hay una rápida reducción de ganancia del amplificador cascode.

Después que el diodo 40 deja de conducir, la impedancia que aparece en el electrodo de emisor del transistor 36, en asociación con la resistencia 42 se hace la impedancia dominante en el circuito del electrodo de emisor del transistor 12, y es impedida una situación en la que el amplificador cascode reduce toda su ganancia antes de que el atenuador se haga efectivo.

A medida que el voltaje de control aplicado al transistor 30 continúa cambiando en una dirección para reducir la ganancia del sistema, estando saturado todavía el transistor 26, aumenta la impedancia de emisor del transistor 36, proporcionando una reducción adicional más gradual de la ganancia del amplificador cascode 16. Esto sucede a causa de que la impedancia en el electrodo de emisor del transistor 36 es proporcional a la corriente que pasa a través de su emisor, y el flujo de corriente en el electrodo de emisor del transistor 36 está determinado por la resistencia 42 y la tensión en



su electrodo de base.

5 La señal de control de ganancia, aplicada al electrodo de base del transistor 30 y trasladada a la resistencia 42 a través del transistor 30, el diodo 38 y el transistor 36, controla así la ganancia del amplificador cascode 16. La menor velocidad de la reducción de ganancia del amplificador cascode hace posible que el transistor atenuador 26 pase a través de su gama de control de ganancia antes de que el amplificador 10 cascode haya reducido completamente su ganancia.

15 En la forma anterior, puede observarse que el amplificador cascode experimenta una rápida reducción inicial de ganancia, asociada con la impedancia incrementada producida por el diodo 40 que deja de conducir, y una subsiguiente reducción de ganancia más lenta, asociada a la impedancia del transistor 36 y la resistencia 42. La reducción de ganancia más lenta se produce en combinación con una atenuación de la señal de entrada al amplificador cascode por el transistor atenuador 20 26.

25 De este modo, se puede ver que las señales de entrada son acopladas al transistor 12 sustancialmente sin atenuación en una primera gama de amplitudes de señales de entrada. Al hacerse efectivas, las señales de control de ganancias aplicadas a través del transistor 30, las señales aplicadas al transistor 12 son atenuadas en mayores cuantías de una manera controlada, de modo que la señal máxima aplicada al transistor 12 no se eleve por encima del nivel deseado, impidiéndose 30 así la distorsión de la señal de salida.



Las siguientes cifras representan el valor de componentes utilizados en la realización preferida de la presente invención, mostrada en la figura 1:

	Circuito sintonizado	18
5	Condensador	20 pfd
	Resistencia	1 K
	Inductancia	0,6 $\mu$ h
	Resistencia 22	1,5 K
	Resistencia 32	2 K
10	Resistencia 34	300 $\Omega$
	Resistencia 42	1 K
	Resistencia 44	2 K

Los componentes de circuito encerrados en la caja 47 representan los componentes que estarían dispuestos normalmente en un circuito integrado, si se fabricara en esta forma el amplificador de ganancia controlada.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 17 de Enero de 1968, bajo el número 698.505, 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 amplificador de ganancia controlada, que tiene, al menos, un primer transistor con un electrodo de base, un electrodo de colector y un electrodo de emisor, un terminal de entrada de señales para dicho amplificador y un terminal de salida de señales, estando  
10                   destinado dicho terminal de entrada de señales a ser conectado a un manantial de señales de entrada a amplificar, estando caracterizado dicho amplificador por primeros medios de acoplamiento para acoplar el manantial de señales de entrada al citado primer transistor, acoplando dichos primeros medios de acoplamiento las señales mencionadas al citado primer transistor, sustancialmente sin atenuación en una primera gama de amplitudes de señales de entrada y acoplando, además, dichas señales  
15                   al referido primer transistor con atenuación controlada para amplitudes de señales de entrada más allá de dicha  
20                   gama, para limitar eficazmente los desplazamientos de señales en dicho primer transistor a un nivel correspondiente al extremo superior de la citada primera gama de amplitudes de señales.

25                   2.- Un amplificador de ganancia controlada según la reivindicación 1, caracterizado por un manantial

12 FEB



5

de señales de control de ganancia automático, y segundos medios de acoplamiento para acoplar dichas señales de control al primer transistor mencionado, para estabilizar eficazmente la amplitud de las señales desarrolladas en el citado terminal de salida del amplificador mencionado.

10

3.- Un amplificador de ganancia controlada según la reivindicación 2, caracterizado porque dichos primeros medios de acoplamiento incluyen una red atenuadora que acopla dichas señales de entrada al citado primer transistor, siendo sustancialmente inoperante dicha red atenuadora en una primera gama de amplitudes de señales de entrada, en que la amplitud de las señales desarrolladas en dicho terminal de salida de señales es primeramente gobernada por dichas señales de control de ganancia, y siendo la red atenuadora mencionada sustancialmente operativa más allá de dicha gama en que la amplitud de las señales desarrolladas en dicho terminal de salida es gobernada primeramente por la atenuación de dichas señales de entrada por la red mencionada.

15

20

25

30

4.- Un amplificador según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado porque dicho primer transistor funciona a ganancia máxima en un primer nivel de señales de control de ganancia, dichos segundos medios de acoplamiento acoplan las señales de control mencionadas al citado electrodo de emisor de dicho primer transistor e incluyen una red de impedancia de emisor controlable, variando dichas señales de control de ganancia, la ganancia del primer transistor mencionado para

4.2.1969

12 FEB



5

proporcionar una rápida reducción inicial de ganancia de dicho primer transistor, seguida por la consiguiente reducción de ganancia más lenta después que la ganancia de dicho primer transistor sea reducida desde su condición inicial de ganancia máxima.

10

5.- Un amplificador según cualquiera de las reivindicaciones 2-4, caracterizado por un segundo transistor que tiene un electrodo de base, un electrodo de emisor y un electrodo de colector, y conectado en circuito con dicho primer transistor, acoplando dichos primeros medios de acoplamiento dichas señales al electrodo de base del citado primer transistor, e incluyendo dichos segundos medios de acoplamiento un elemento de impedancia de respuesta a la tensión, conectado en común entre dichos elementos de emisor de los citados primero y segundo transistores y un punto de potencial de referencia.

15

20

6.- Un amplificador según la reivindicación 5, caracterizado porque dicho elemento de impedancia que responde a la tensión, comprende un dispositivo conductor unidireccional que es polarizado en sentido directo bajo condiciones de ganancia máxima para dicho primer transistor, y el citado voltaje de control de ganancia, aplicado a dicho primer transistor, cambia en una dirección para polarizar en sentido inverso dicho dispositivo conductor unidireccional, en respuesta a incrementos en el nivel de señales aplicadas al circuito de entrada mencionado.

25

30

7.- Un amplificador según cualquiera de las reivindicaciones 2-6, caracterizado porque dichos pri-

12



5 meros medios de acoplamiento incluyen un transistor adicional que tiene un electrodo de base, un electrodo de emisor y un electrodo de colector, estando conectados los electrodos de emisor y colector de dicho transistor adicional en serie con el terminal de entrada de señales de dicho amplificador, y dichos segundos medios de acoplamiento están acoplados al electrodo de base del transistor adicional mencionado, para proporcionar atenuación en serie de las señales de entrada.

10 8.- Un amplificador según la reivindicación 7, caracterizado porque dichos segundos medios de acoplamiento incluyen un transistor adicional que tiene un electrodo de base destinado a recibir dichas señales de control de ganancia, un electrodo de emisor y un electrodo de colector, estando acoplado el electrodo de emisor de dicho transistor adicional al electrodo de base de dicho segundo transistor y dicho transistor adicional, para proporcionar una tensión de control de ganancia a los electrodos de base de dicho segundo transistor y dicho transistor adicional, y estando acoplado el electrodo de colector de dicho transistor adicional a la mencionada fuente de señales de salida.

15 9.- Un amplificador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque está conectado un transistor en configuración cascodo en dicho primer transistor.

20 10.- Un amplificador según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada uno de los transistores y dicho dispositivo conductor unidireccional están dispuestos en un circuito inte-



grado.

11.- Un amplificador de ganancia controlada.

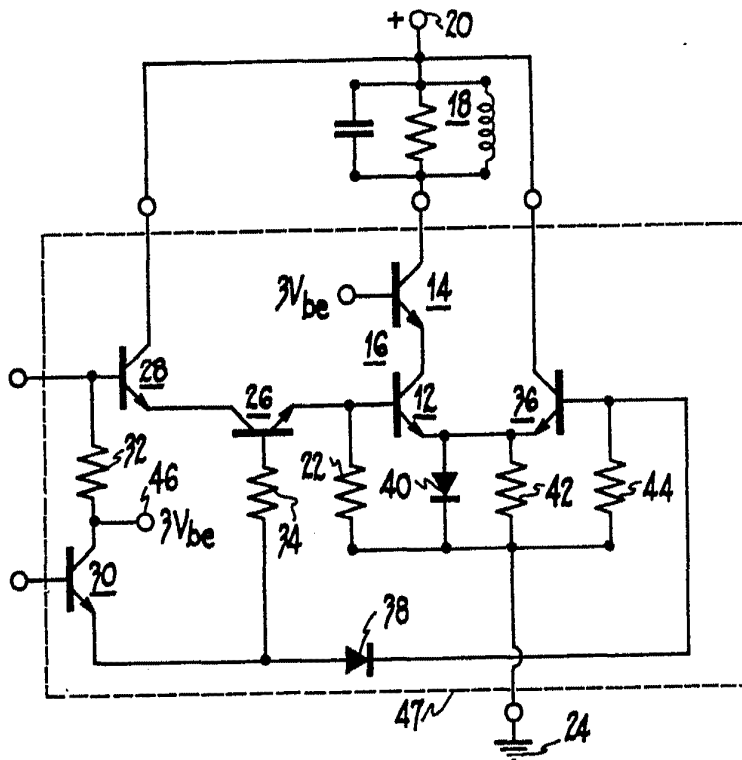
Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y para los fines que se han especificado.

5

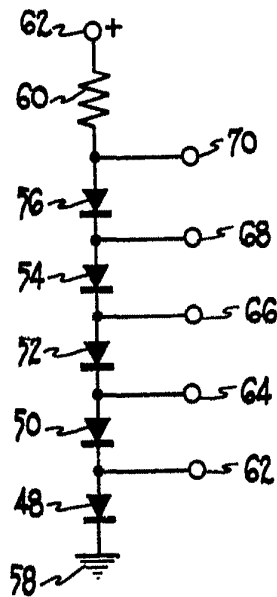
La presente memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 12 FEB. 1969  
P.A.

*Alfonso de Espinosa*  
*Alfonso de Espinosa*



**Fig. 1.**



**Fig. 2.**

*[Handwritten signature]*