

337284



P-34.337

RCA 56.860

MEMORIA DESCRIPTIVA  
para solicitar  
PATENTE DE INVENCION  
en  
E S P A Ñ A  
por VEINTE años

a nombre de RADIO CORPORATION OF AMERICA, entidad norteamericana, establecida en 30 Rockefeller Plaza, Nueva York, N.Y., Estados Unidos de América, por:  
"UNA DISPOSICIÓN DE CIRCUITOS DE DESMODULACION DE ONDA MODULADA EN ANGULO"

---

---

5 Se trata en el presente invento de circuitos desmoduladores de las ondas moduladas en ángulo. De modo más específico, este invento se refiere a circuitos detectores de la modulación de frecuencia que se pueden fabricar empleando los métodos de circuitos integrados.

10 El término "circuito integrado", según se emplea en el presente documento, quiere decir un dispositivo u oblea semiconductor., monolítica o unitaria, que equivale a una red de elementos de circuito activos y pasivos conectados entre sí. En el estado en que se encuentra el arte



en la actualidad no existe ningún modo satisfactorio de proporcionar un inductor en un circuito integrado. Además, los condensadores eléctricos o capacitores necesitan un espacio grande de la superficie de la oblea del circuito integrado, aún en casos en que proporcionan una capacitancia pequeña; y debido a las limitaciones que tienen los métodos de fabricación actuales, estos capacitores pueden constituir una fuente potencial de una serie de problemas debido a la incidencia de cortocircuitos de las placas del capacitor.

Al tomar en consideración la aplicación de los métodos de circuitos integrados en circuitos discriminadores de frecuencia, resulta aparente que el transformador discriminador del cambio de fase sintonizado no se incorpora en la oblea del circuito integrado. Aún más, todos los demás circuitos discriminadores conocidos no son de fácil ni rápida fabricación mediante el empleo de los métodos de circuito integrado. Esto se debe a que los circuitos discriminadores conocidos emplean rectificación del pico de los voltajes de la señal aplicada, necesitándose para este tipo de operación redes discriminadoras de carga que tienen una constante de tiempo mayor que el período de la onda que se va a desmodular. Los valores de los resistores y de los capacitores que se necesitarían para obtener dichas constantes de tiempo en estas redes de carga serían demasiado grandes como para que se puedan incorporar de modo económico en la oblea del circuito integrado.

Por lo tanto, uno de los objetivos del presente invento es proporcionar un circuito detector de frecuencia modulada, que se pueda fabricar utilizando los métodos de



circuito integrado.

Según se va a demostrar en forma clara a continuación, esta fabricación resulta posible mediante la construcción del circuito, por lo que, en este caso, se necesita solamente una cantidad relativamente pequeña de capacitancia para filtrar la señal de frecuencia modulada. Esto elimina la necesidad de tener que emplear mayores capacitores como los que se emplean convencionalmente para obtener la rectificación del pico. En los circuitos mencionados, la capacitancia de filtraje para la frecuencia de la señal y su armónica es proporcionada únicamente por la capacitancia distribuída de los resistores que pueden ser resistores integrados.

Según una realización del presente invento, se describe una forma integrada de un circuito discriminador o detector de la modulación de frecuencia que incluye un transformador discriminador del cambio de fase, sintonizado, que se encuentra fuera de la oblea del circuito integrado. El transformador discriminador se conecta para que actúe un primer par de dispositivos rectificadores formados en la pastilla u oblea del circuito integrado. Se acopla un par de resistores integrados de carga, también en la oblea del circuito integrado, con el par de dispositivos rectificadores para formar con ellos un circuito en serie, y con el arrollamiento secundario del transformador discriminador. Los resistores de carga y únicamente su capacitancia distribuída forman la red de carga para el circuito detector, suministrando la capacitancia distribuída el filtraje de la señal de frecuencia modulada que se aplica al arrollamiento primario del transformador y su armónica.



La constante de tiempo de la red de carga es relativamente breve pudiendo ser, por ejemplo, del orden del período de la onda portadora modulada aplicada al transformador discriminador.

5 La FIGURA 1 constituye un diagrama esquemático de circuito de un canal del proceso de la onda modulada en ángulo, que incorpora una realización concreta del invento.

10 El circuito integrado del presente invento se va a describir tomando como referencia y en conexión con un receptor de televisión. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los conceptos fundamentales que se van a describir gozan de aplicaciones de carácter más general. Por ejemplo, el circuito puede emplearse en receptores de  
15 sintonización o de comunicaciones.

El diagrama esquemático de circuito que se ilustra en la FIGURA 1 muestra un sistema de circuitos específico que incorpora una realización concreta del invento. El rectángulo a rayas quebradas 10 ilustra de manera  
20 esquemática una oblea o pastilla de circuito semiconductor, monolítica. Esta oblea o pastilla tiene una multiplicidad de zonas de contacto alrededor de su periferia, a través de las que se pueden efectuar las conexiones con el circuito en la oblea. Por ejemplo, la oblea 10 está  
25 provista de un par de zonas de contacto 12 y 14, acopladas a una fuente de ondas de FM. Las zonas de contacto 14 proporcionan una zona de contacto potencial de tierra o común, que se encuentra conectada a las diversas conexiones a tierra del circuito mostradas en la oblea. En lo que  
30 respecta a dimensiones, la oblea puede ser del orden de



1,27 mm x 1,27 mm, o más pequeña.

Se aplican las señales de FM de una fuente adecuada, como por ejemplo un detector o un amplificador de video de un receptor de televisión, a un terminal 16 y se acoplan a través de un capacitor 18 con el circuito resonante 20, que se encuentra sintonizado al batido de la interportadora de 4,5 Mc/s, entre las portadoras de video y de sonido de una señal de televisión. Tanto el circuito resonante 20, como el capacitor de acoplamiento 18 del presente ejemplo se encuentra fuera de la oblea, pero se encuentran acoplados a ella a través de las zonas de contacto 12 y 14.

Se acoplan las zonas de contacto 12 y 14 a un amplificador limitador 22, cuyo diseño y fabricación es de tal modo como para que sea susceptible de poderse fabricar mediante los métodos de elaboración de los circuitos integrados. Se conecta la etapa 22 del amplificador limitador de modo que accione la etapa 24 acoplada limitadora-amplificadora, que incluye un par de transistores 26 y 28. Los electrodos emisores de los transistores 26 y 28 se conectan en común a la tierra, a través de un resistor 29. El electrodo colector del transistor 26 se conecta a una zona de contacto 30 de abastecimiento del potencial de funcionamiento, la que se encuentra adaptada para que pueda conectarse a un terminal positivo de una fuente de abastecimiento de potencial de funcionamiento, que no aparece ilustrada.

El electrodo colector del transistor 28 se conecta, a través de una zona de contacto 32, con el arrollamiento primario 34 de un transformador discriminador 36 de



5 cambio de fase sintonizado. Se conecta el arrollamiento secundario 38 del transformador discriminador 36 entre el par de zonas de contacto 48 y 42, y se conecta un arrollamiento terciario 44 entre una toma central en el arrollamiento secundario 38 y el terminal 46 del abastecimiento de potencial de funcionamiento.

10 Se conecta el arrollamiento secundario 38 del transformador de modo que actúe a un par de dispositivos rectificadores 50 y 52, de polos dispuestos en sentido opuesto. Se conectan en serie los dos resistores de carga 54 y 56, entre el ánodo del rectificador 50 y el cátodo del rectificador 52, con el fin de formar con ellos un circuito en serie y con el arrollamiento secundario 38 del transformador 36. El circuito discriminador desmodu-  
15 la las señales de frecuencia modulada que se han aplicado, apareciendo las señales desmoduladas en la juntura de los resistores 54 y 56. Las señales desmoduladas se aplican al transistor 58, proporcionando el impulso de corriente básica para este transistor, que está provisto de resistores  
20 60 y 62 de igual valor de emisor y colector, respectivamente. Se conecta el transistor 58 como un amplificador de frecuencia de audio, pudiéndose derivar señales de salida de Push-Pull en las zonas de contacto 64 y 66. Si se desea se podrían derivar las señales de audio de una sola  
25 terminación en una u otra de las zonas de contacto 64 y 66.

30 Antes de pasar a describir el funcionamiento del circuito desmodulador de FM hay que tener en cuenta que la fuente de abastecimiento de potencial de funcionamiento suministra dos diferentes voltajes para aplicarse a las zonas de contacto 30 y 76. Según se indica en la FIGURA 1, estos



voltajes son + 7 voltios y +2 voltios, respectivamente, habiéndose medido cada uno de ellos con respecto a la tierra. Además, el punto de potencial de referencia para el abastecimiento de potencial de funcionamiento está conectado a la zona de contacto conectada a tierra 14. Se sobreentiende que se puede conectar a la oblea una sola de las zonas de contacto del abastecimiento de potencial de funcionamiento, y una de las zonas de contacto conectadas a tierra, así como también se pueden derivar los diversos voltajes de un divisor de voltaje rectificador o de resistencia con una toma o derivación adecuada, que se haya formado en la oblea.

Durante el funcionamiento de este circuito se aplican las ondas moduladas de frecuencia de limitada amplitud entre el electrodo de base del transistor 26 y la tierra. El amplificador 24 acoplado a emisor suministra una limitación adicional a la onda, de modo que la corriente de salida en el circuito colector del transistor 28 es esencialmente una onda cuadrada o limitada de amplitud sustancialmente constante. Se aplica la onda limitada a través de los arrollamientos primario y secundario sintonizados del transformador discriminador 36 a los rectificadores 50 y 52. El circuito de carga para estos dos rectificadores está constituido por los resistores 54 y 56 y la capacidad distribuida de los resistores de carga 54 y 56 de la oblea y la capacidad entre los conductores de conexión de la oblea, que se encuentran espaciados a una distancia pequeñísima. Por consiguiente, la capacidad distribuida de los resistores de carga 54 y 56 de la oblea, y la capacidad entre los conductores de conexión espaciados a distancia muy pequeña en la oblea o pastilla, funcionan como la pequeña capacidad de filtro que se desea.

Haciendo que vuelva el arrollamiento terciario 44



del transformador discriminador 36 a un voltaje positivo, como por ejemplo + 2 voltios con respecto a la tierra en el terminal 46, los electrodos de toma o entrada de los rectificadores 50 y 52 quedan asimismo aumentados a este voltaje. Cuando se aplica una señal, este voltaje hace que la corriente fluya a través de los resistores de carga 54 y 56, de modo que aparece el mismo voltaje de + 2 voltios en la juntura de los resistores 54 y 56 en la frecuencia central de la señal. De este modo se proporciona un voltaje de polarización a través de la red discriminadora para el transistor 58 del amplificador de salida, de manera equilibrada.

En el circuito de la FIGURA 1 se utiliza el promedio de la detección con una carga sustancialmente resistiva. Se logra el filtraje de la frecuencia de señal y de su armónica mediante las capacitancias distribuidas de los resistores de carga 54 y 56, siendo aumentado aún más este filtraje por las capacitancias entre los conectores de conexión de la oblea.

La detección se puede analizar mediante una acción de conmutación, en la que se conecta periódicamente la juntura de los resistores 54 y 56 al voltaje terciario de la señal en la toma central del arrollamiento secundario 38 del transformador.

Si  $E_1$  = al valor pico del voltaje terciario;  
 $E_2$  = al valor pico del voltaje secundario;  
2 = al ángulo durante el cual ejecutan la conducción los rectificadores 50 y 52; y  
0 = Al cambio de fase con desviación de frecuencia desde la frecuencia central (frecuencia resonante del circuito sintonizado del arrollamiento 38).

337284



Entonces

$$\begin{aligned}
 E_{AF} &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\phi}^{+\phi} E_1 \sin (wt + \theta) d(wt) \\
 &= \frac{E_1}{2} \left[ -\cos (wt + \phi) \right]_{-\phi}^{+\phi} \\
 &= E_1 \left( \frac{\sin \phi}{\phi} \right) \sin \theta
 \end{aligned}$$

Si el voltaje secundario es lo suficientemen-  
 te grande con respecto al potencial de "contacto" recti-  
 ficador, como para que pueda efectuar una conmutación  
 de 180 grados,

5

$$\begin{aligned}
 \phi &= \frac{\pi}{2} \quad \text{and} \quad \frac{\sin \phi}{\phi} = \frac{2}{\pi} \quad \text{de modo que} \\
 E_{AF} &= \frac{2}{\pi} E_1 \sin \theta
 \end{aligned}$$

En estas condiciones el circuito tiene la ventaja de que  
 la salida desmodulada  $E_{AF}$  es independiente del voltaje  
 secundario.

10

En aquellos casos en que el voltaje secundario  
 no sea lo suficientemente elevado como para que pueda  
 sobreponerse al potencial "de contacto" rectificador, se  
 reduce el ángulo de conmutación y  $\frac{\sin \phi}{\phi}$  aumenta. De  
 este modo aumenta también la salida desmodulada, según  
 se demuestra en la siguiente tabla:



| <u>ANGULO DE CONMUTACION,</u> | <u><math>\bar{\Phi}</math></u> | <u><math>\frac{\text{Sin } \bar{\Phi}}{\Phi}</math></u> |
|-------------------------------|--------------------------------|---|
| 180°                          | $\frac{\pi}{2}$                | 0,64  |
| 90°                           | $\frac{\pi}{4}$                | 0,90  |
| 45°                           | $\frac{\pi}{8}$                | 0,98  |
| 0°                            | 0                              | 1,0   |

La sensibilidad efectiva del detector de muestreo o promedio descrito anteriormente aumenta aún más que la del detector de pico convencional gracias a su carga reducida. Para un detector de tipo rectificador de promedio que funciona dentro de una carga R, la carga equivalente que se refleja a la fuente de impulso se determina de la manera siguiente:

$$P = \frac{1}{2} \frac{E^2}{R} = \frac{E^2}{(2R)}, \text{ donde } E = \text{la señal de entrada rms}$$

$$\therefore \text{ carga} = 2R$$

En el caso de un detector tipo rectificador de pico que funciona dentro de una carga derivada R con un capacitor C,

$$P = \frac{(\sqrt{2} E)^2}{R} = \frac{E^2}{(R/2)}$$

$$\therefore \text{ carga} = R/2$$

Por consiguiente, la carga en la fuente de impulso del



transformador discriminador, en un detector promedio, queda reducida a un nivel inferior al del detector de pico convencional en un factor de 4 a 1.

5 Esta carga reducida constituye un factor de importancia puesto que se puede utilizar para hacer que el declive de la sensibilidad de discriminación y la separación de pico a pico sean sustancialmente independientes de las variaciones que se produzcan en los resistores de carga integrados. Estas tienen la tendencia a variar el valor de la  
10 resistencia hasta un  $\pm 20\%$  debido a las variaciones que se producen en la actualidad en el procedimiento de fabricar los resistores difundidos que se emplean en los circuitos integrados monolíticos. Sin embargo, en el detector de promedio de la FIGURA 1, la carga que se refleja mediante los resistores difundidos queda reducida a un nivel tan  
15 bajo que el papel que desempeña en la determinación de las características discriminadoras es casi imperceptible. De este modo es posible mantener la linealidad y la separación de pico a pico en toda la gama completa de los valores de resistencias. Además, la carga disminuida hace posible que aumente la eficacia, que se reduzca el consumo de energía, y se aumente la inmunidad al ruido del impulso.

Se han obtenido características recomendables de funcionamiento en el circuito de la oblea de la FIGURA 1 con  
25 la capacidad distribuida de los resistores de carga 54 y 56 y la que se encuentra entre los conductores de conexión de la oblea. La segunda constante de tiempo  $0.1\mu$  que se forma con los resistores de  $10K$ , 54 y 56, es menor que el segundo período  $2\mu$  de la señal aplicada. Para una onda de FM de  
30 4.5 Mc/s, la segunda constante de tiempo  $0.1\mu$  es del orden



de la segunda señal 0.2u. En la FIGURA 1, ésta incluye la capacitancia de entrada del transistor 58 amplificador de audio.

Este empleo de una red de carga discriminadora, de constante de tiempo relativamente corta, proporciona varias ventajas de importancia, cuando se trata de su aplicación a circuitos integrados. En primer lugar, el valor grandemente reducido de la capacitancia que se necesita (comparado con circuitos discriminadores del arte anterior) reduce o elimina el espacio que se necesita para los capacitores en la oblea del circuito integrado, lo que hace que resulte práctico integrar la red de carga discriminadora. En segundo lugar, la reducción que se produce en la carga reflejada hace que sea posible obtener una característica discriminadora uniformemente lineal de la separación de pico a pico que se desea, a pesar de las marcadas variaciones que se producen en los valores de los resistores de carga difundidos durante su producción. En tercer lugar, los fuertes impulsos de la característica de la corriente de los circuitos discriminadores y rectificadores de pico, se pueden eliminar, pudiendo suprimirse la interferencia armónica de radiofrecuencia que, de otro modo, se produciría en los receptores de comunicaciones y de televisión.

Los rectificadores discriminadores 50 y 52 deberían fabricarse de tal modo como para que suministren una zona de juntura relativamente pequeña, a fin de evitar el desequilibrio del discriminador. Existe una mayor capacitancia desde los cátodos de los diversos rectificadores al sustrato de la oblea del circuito integrado que desde sus ánodos. Por consiguiente, existe eficazmente una mayor capacitancia



a tierra desde el cátodo del rectificador 52 que desde el ánodo del rectificador 50. Esta desigualdad puede contrarrestarse haciendo que las dimensiones relativas de las juntas de los rectificadores sean de tal modo que el promedio total de las capacitancias desde el ánodo del rectificador 50 a la tierra, y desde el cátodo al rectificador 52 a tierra, sean del mismo valor. El mismo principio se puede emplear para equilibrar las capacitancias de la red de carga del circuito discriminador de la FIGURA 1.

En el circuito que se ilustra en la FIGURA 1 se aplica el voltaje de polarización + 2 voltios al arrollamiento terciario 44, y la salida desmodulada se toma en la junta de los dos resistores de carga 54 y 56. Debido a que la naturaleza del circuito es en serie, estas dos posiciones se pueden intercambiar, de modo que el voltaje de polarización se aplique a la junta de los dos resistores de carga y la salida desmodulada se tome en un punto del arrollamiento terciario 44.

No obstante el hecho que la FIGURA 1 ilustra al transformador 36 provisto de un arrollamiento terciario 44 separado, resulta fácilmente aparente a cualquier persona ducha en el arte, que este arrollamiento se puede eliminar conectando al lado "caliente" del arrollamiento primario 34, o una toma en él, directamente a la toma central en el arrollamiento secundario 38. De este modo se obtiene el voltaje positivo para la red discriminadora directamente desde el arrollamiento 34.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, con fecha 28 de febrero de 1966, bajo el nº 531.652, se acoge a los beneficios



del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

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

10 1.- Una disposición de circuitos de desmodulación de onda modulada en ángulo, provista de un transformador discriminador de frecuencia, con un devanado secundario, un par de rectificadores acoplados a dicho devanado, resistencia de carga acoplada a dichos rectificadores para formar un circuito conectado en serie con ellos y con al menos una parte de dicho devanado secundario, y caracterizada porque la red de carga para dicho rectificador comprende dicha resistencia de carga y únicamente la capacidad distribuida a través de dicha resistencia.

20 2.- Una disposición de circuitos de desmodulación de onda modulada en ángulo, según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho par de rectificadores y dicha resistencia de carga están dispuestos en un circuito integrado.

3.- Una disposición de circuitos de desmodulación de onda modulada en ángulo, según la reivindicación 1, caracterizada porque la constante de tiempo de dichas resistencia de carga y capacidad distribuida, es sustancialmente



no mayor que el período de una onda modulada en ángulo aplicada.

4.- Una disposición de circuitos de desmodulación de onda modulada en ángulo.

5

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.

La presente memoria consta de 15 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

Alberio de Ezaola  
Por Pleno

RM

17.2.1967

- 15 -

337284



337284

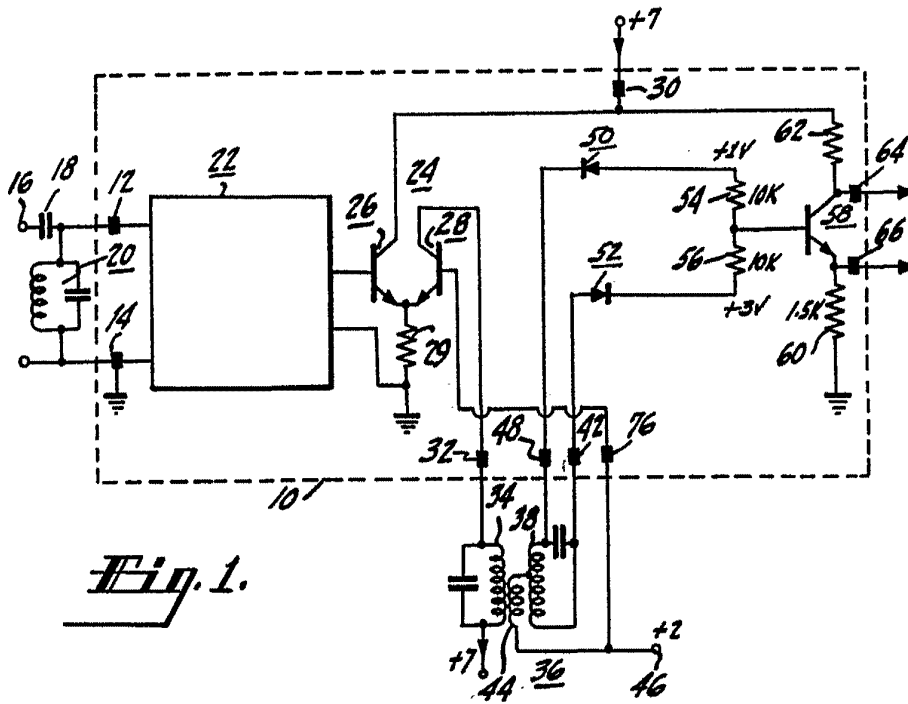


Fig. 1.

Alberto M. Eschmann  
*Alberto M. Eschmann*