

22 SEP 1964

P- 27.302

RCA 53659



303359

303359

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

PATENTE D E INVENCION

formulada el 22 de Agosto de 1964, con el núm. 303.359

e n

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:

"UN CIRCUITO DE TRANSLACION DE SEÑALES"

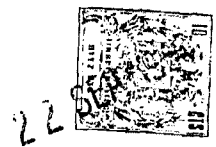
=====

Este invento se refiere en general a circuitos de transmisión o translación de señales y más especialmente a circuitos de transmisión o translación susceptibles de funcionar como circuitos sintonizables eléctricamente o de convertidor y amplificador sensibles a la frecuencia.

5

Los circuitos de transmisión de señal contruídos de acuerdo con el presente invento obtienen alta impedancia de carga (impedancia de salida) haciendo uso de la capacitancia intrínseca de un elemento activo. El uso de

10



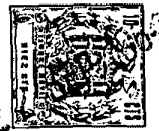
circuitos sintonizados de entrada y salida en un amplifi-  
 cador construido de acuerdo con el presente invento pro-  
 porciona selectividad con respecto a las frecuencias. Es-  
 tas características hacen a los circuitos de amplificador  
 5 sintonizados especialmente adecuados para amplificadores  
 de radiofrecuencia y amplificadores de frecuencia inter-  
 media en los receptores superheterodinos, por ejemplo.

Con los circuitos construidos de acuerdo con el  
 presente invento, la frecuencia de funcionamiento de un  
 10 circuito de transmisión de señal puede ser seleccionada  
 o modificada variando eléctricamente la capacitancia in-  
 trínseca del elemento activo.

En consecuencia, un objeto de este invento es pro-  
 porcionar un circuito de transmisión de señal sensible a  
 15 la frecuencia mejorado.

Un circuito eléctrico construido de acuerdo con los  
 principios del presente invento incluye un transistor de  
 efecto de campo de circuito discriminador o de barrera o  
 puerta eléctrica aislado. El transistor tiene electrodos  
 20 de fuente y de consumo formados sobre un substrato de ma-  
 terial semiconductor con un electrodo de circuito discrimi-  
 nador aislado del substrato. El transistor tiene ade-  
 más una primera unión rectificadora entre el electrodo  
 de fuente y el substrato, y una segunda unión rectifica-  
 25 dora entre el electrodo de consumo y el substrato, cuyas  
 uniones rectificadoras presentan capacitancia. Se han pro-  
 visto medios de circuito de entrada para aplicar señales  
 de entrada entre los electrodos de fuente y de circuito  
 discriminador. Al electrodo de consumo están acoplados  
 30 medios de circuito de salida para desarrollar señales de

303359



salida relacionadas con las señales de entrada. Finalmente, se han provisto medios para modificar la capacidad que presentan las uniones rectificadoras para variar la respuesta de frecuencia de los medios de circuito de salida. En los dibujos que se acompañan:

5 La Figura 1 es una vista esquemática de un transistor de efecto de campo de circuito discriminador aislado adecuado para uso en circuitos que incorporan el invento;

10 La Figura 2 es una vista de una sección transversal dada a lo largo de la línea 2-2 de la Figura 1;

La Figura 3 es una representación simbólica de un transistor de efecto de campo de circuito discriminador aislado;

15 La Figura 4 es un gráfico que representa la familia de curvas de corriente de consumo en función de la tensión de consumo para diversos valores de tensiones de circuito discriminador a fuente para el transistor de la Figura 1;

20 La Figura 5 es un diagrama esquemático de circuito de un circuito de transmisión de señal que realiza el invento;

La Figura 6 es un diagrama esquemático de circuito de un circuito amplificador en cascada de dos etapas que realiza el invento;

25 La Figura 7 es un diagrama esquemático de circuito de un circuito de convertidor sintonizable que realiza el invento; y

La Figura 8 es un diagrama esquemático de circuito de un amplificador de radiofrecuencia neutralizado que realiza el invento.

30 Refiriendonos ahora a los dibujos y especialmente a

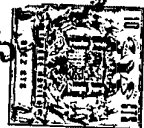


los de las Figuras 1 y 2, un transistor de efecto de campo 10 que puede usarse con circuitos que realizan el invento incluye un cuerpo o substrato aislante 12. El cuerpo 12 puede ser o bien un solo cristal o bien policristalino y puede ser de cualquiera de los materiales semiconductores usados para preparar los transistores en la técnica del semiconductor. Por ejemplo, el cuerpo 12 puede ser casi exclusivamente silicio, tal como, por ejemplo silicio de tipo P ligeramente activado de material de 100 ohmios-cm.

En la fabricación del dispositivo ilustrado en la Figura 1, se deposita dióxido de silicio fuertemente activado sobre la superficie del cuerpo de silicio 12. El dióxido de silicio está activado con impurezas de tipo N. Por medio de una foto-reserva un ataque por ácido y/o por otra técnica adecuada, se elimina el dióxido de silicio donde haya de formarse un electrodo de circuito discriminator, y en torno a los bordes exteriores de la pastilla de silicio según se ve en la Figura 1. El dióxido de silicio depositado se deja sobre aquellas áreas en que han de ser formadas las regiones de fuente-consumo.

Luego se calienta el cuerpo 12 en una atmósfera adecuada tal como en vapor de agua, de manera que las áreas de silicio expuestas sean oxidadas para formar capas de dióxido de silicio desarrollado indicadas por las áreas ligeramente punteadas de la Figura 1. Durante el proceso de calentamiento, las impurezas procedentes de la capa de óxido de silicio depositado se difunden en el cuerpo de silicio 12 para formar las regiones de fuente y de consumo. La Figura 2, que es una vista en sección transversal

303350



dada a lo largo de la sección 2-2 de la Figura 1, ilustra las regiones de fuente y de consumo designadas como S y D respectivamente.

5 Mediante otra operación de foto-reserva y ataque por ácido o similar, se elimina el dióxido de silicio depositado sobre parte de las regiones difundidas de fuente-consumo. Para las regiones de fuente, de consumo y de circuito discriminador se forman los electrodos por evaporación de un material conductor por medio de una máscara de evaporación. El material conductor evaporado puede ser cromo y otro en el orden citado, por ejemplo, pero pueden usarse otros materiales adecuados.

10

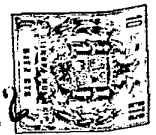
La pastilla acabada se ha ilustrado en la Figura 1, en que el área ligeramente punteada entre el límite exterior y la primera zona más oscura 14 es de dióxido de silicio desarrollado. El área en blanco 16 es el electrodo metálico correspondiente al electrodo de fuente. Las zonas oscuras o punteadas más densamente 14 y 18 son zonas de dióxido de silicio depositado que está sobre la región de fuente difundida, y la zona oscura 20 es una zona de dióxido de silicio depositado que está sobre la región de consumo difundida. Las áreas en blanco 22 y 24 son los electrodos metálicos que corresponden a los electrodos de circuito discriminador y de consumo respectivamente. La zona punteada 28 es una capa de dióxido de silicio desarrollado sobre una parte de la cual está situado el electrodo de circuito discriminador 22 y que aísla al electrodo de circuito discriminador 22 del cuerpo de silicio del sustrato 12 y de los electrodos de fuente y de consumo como se ha ilustrado en la figura 2.

15

20

25

30



La pastilla de silicio está montada sobre un eva-  
cuador de calor conductora 26 como se ha ilustrado en la  
Figura 2. La resistencia de entrada del dispositivo pa-  
ra las bajas frecuencias es del orden de  $10^{14}$  ohmios.

5 La capa de dióxido de silicio desarrollado 28 sobre la  
cual está montado el electrodo de circuito discrimina-  
dor 22, está encima de una capa de inversión o canal con-  
ductor C que une a las regiones de fuente y de consumo.  
El Electrodo de circuito discriminador 22 está dispuesto  
10 simétricamente entre la región de fuente S y la región  
de consumo D. Si se desea, el electrodo de circuito dis-  
criminador 22 puede ser dispuesto más próximo a la región  
de fuente que a la región de consumo y puede solapar a  
la capa de dióxido de silicio depositado 18.

15 Se hace ahora referencia a la Figura 2 de los dibu-  
jos. Los límites que separan a las regiones de fuente y  
de consumo S y D y el cuerpo de silicio del substrato 12  
funcionan eficazmente como un par de uniones rectificadas.  
Estas uniones acoplan el substrato de silicio 12 a  
20 los electrodos de fuente y de consumo 16 y 24 de tal ma-  
nera que una tensión de polarización aplicada al substrato  
12, que es negativa con respecto a la tensión de los  
electrodos de consumo y de fuente 16 y 24, hace a las unio-  
nes rectificadoras no conductoras, es decir, de polaridad  
25 invertida. Dicho con otras palabras, el substrato actúa  
a modo de electrodo de ánodo de esas uniones rectificado-  
ras.

Ello se ha ilustrado simbólicamente en la Figura 3.  
Mediante polarización inversa de las uniones rectificado-  
30 ras puede obtenerse un efecto de capacitancia. Cuando

303359



5 tienen polaridades invertidas, cada una de las uniones  
rectificadoras presenta una capacitancia, cuyo valor es  
función de la tensión de polarización inversa y del área  
de la unión. Así, pues, la magnitud de la capacitancia  
presentada por las uniones rectificadoras puede ser de-  
terminada durante la fabricación seleccionando el tama-  
ño del área de unión. La limitación, no obstante, con-  
siste en que la variación en el área de la unión deberá  
estar comprendida dentro de una gama en la cual se man-  
10 tienen otras características deseables del transistor de  
circuito discriminador aislado y efecto de campo.

También en la Figura 3 se ha ilustrado simbólica-  
mente el electrodo de circuito discriminador G, el electro-  
do de consumo D, el electrodo de fuente S y el substrato  
de material semiconductor S. Es de hacer notar que  
15 la polaridad del potencial de polarización aplicado en-  
tre los electrodos D y S determina cual de ellos traba-  
ja como electrodo de consumo y cual como electrodo de  
fuente. Es decir, el electrodo al cual se aplica un po-  
tencial de polarización positivo (relativo al potencial  
de polarización aplicado al otro electrodo) trabaja como  
20 electrodo de consumo, y el otro electrodo trabaja como  
electrodo de fuente.

Los electrodos de consumo y de fuente están unidos  
25 entre sí mediante un canal conductor C. La mayoría de  
los portadores de corriente (en este caso electrones) cir-  
culan en el sentido de fuente a consumo en esa región de  
canal delgado C próxima a la superficie.

Las regiones de fuente y de consumo S y D ilustra-  
das en la Figura 2 están en contacto rectificador con el  
30

303359

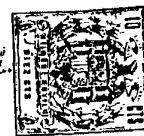


5        substrato l2, ilustrado en la Figura 3 mediante un par  
de uniones rectificadoras  $D_1$  y  $D_2$  respectivamente. Los  
electrodos de ánodo de las uniones rectificadoras  $D_1$  y  
 $D_2$  están en el substrato  $S_u$  y los electrodos de cátodo  
de las uniones rectificadoras  $D_1$  y  $D_2$  están respectiva-  
mente en los electrodos de fuente y de consumo S y D.  
Tal es la polaridad de las Uniones rectificadoras  $D_1$  y  
 $D_2$  si el cuerpo l2 es silicio de tipo P ligeramente ac-  
tivado, como se ha supuesto.

10        Si el cuerpo l2 de material semiconductor fuera  
silicio de tipo N ligeramente activado, y las regiones  
de fuente y de consumo estuviesen activadas con impure-  
zas de tipo P, las uniones rectificadoras  $D_1$  y  $D_2$  serían  
de polaridades opuestas a las ilustradas en la Figura 3.  
15        Es decir, los electrodos de cátodo de las uniones recti-  
ficadoras  $D_1$  y  $D_2$  estarían entonces en el sustrato  $S_u$ .

La Figura 4 es una familia de curvas 30-39 que ilus-  
tran la corriente de consumo en función de la tensión de  
consumo características del transistor de la Figura 1 pa-  
ra diferentes valores de la tensión de circuito discrimi-  
nador a fuente. Una característica de un transistor de  
circuito discriminador aislado y de efecto de campo es  
que la polarización cero característica puede estar en  
cualquiera de las curvas 30-39. En la Figura 4, la cur-  
20        va 37 corresponde a la tensión de polarización cero de cir-  
cuito discriminador a fuente. Las curvas 38 y 39 repre-  
sentan tensiones positivas de circuito discriminador en  
relación con la fuente, y las curvas 30-36 representan  
tensiones negativas de circuito discriminador en relación  
25        con la fuente.  
30

303359



La situación de la curva de polarización cero se selecciona durante la fabricación del transistor, es decir, controlando el tiempo o la temperatura, o uno y otra durante la operación del proceso en que se desarrolla la capa de dióxido de silicio 28 ilustra en las Figuras 1 y 2. Cuanto más largo sea el período de tiempo durante el cual es calentado el transistor y cuanto más elevada sea la temperatura en una atmósfera de oxígeno seco, tanto mayor será la corriente de consumo para un valor dado de tensión de consumo a polarización cero entre los electrodos de fuente y de circuito discriminador.

Refiriéndonos ahora a la Figura 5, se ha ilustrado en ella un circuito de transmisión de señal que incluye un transistor de efecto de campo 60, similar al ilustrado en las Figuras 1 y 2. El electrodo de campo 60, similar al ilustrado en las Figuras 1 y 2. El electrodo de circuito discriminador 62 del transistor de efecto de campo 60 está conectado a un punto de potencial de referencia fijo representado como masa. Las señales de entrada son acopladas a través de un condensador de acoplamiento 64 al electrodo de fuente 66 del transistor de efecto de campo 60. Un inductor 68 está acoplado entre el electrodo de fuente 66 y masa. El inductor 68 forma parte del circuito de entrada.

El substrato de material semiconductor 70 está acoplado a una fuente de potencial de polarización,  $-V_1$ , no representada. Un condensador de alimentación a su través 72 deriva la fuente de potencial de polarización  $-V_1$ , a masa a las frecuencias de la señal. La unión rectificadora 74, que existe entre el electrodo de fuente

303359



te 66 y el sustrato de material semiconductor 70 está  
pues conectada en paralelo con el inductor 68. La unión  
rectificadora 74 presenta una capacitancia que es fun-  
ción de la tensión de polarización inversa aplicada a  
5 través de ella. Esa capacitancia que presenta la unión  
rectificadora 74 forma también parte del circuito de  
entrada, y, en conjunción con el inductor 68, determi-  
na la sintonización del circuito de entrada de señal.

Del electrodo de consumo 76 se derivan señales de  
10 salida a través de un condensador de acoplamiento 78  
que puede estar acoplado a un circuito de utilización,  
no representado. Un inductor 80, que forma parte del  
circuito de salida, está conectado entre el electrodo  
de consumo 76 y una fuente de potencial de trabajo uni-  
15 direccional  $+V_2$ . Un condensador de alimentación a su  
través 82 deriva la fuente de potencial unidireccional,  
 $+V_2$ , a masa a las frecuencias de la señal. La unión  
rectificadora 84 que existe entre el electrodo de consu-  
mo 76 y el sustrato de material semiconductor 70, pre-  
20 senta asimismo una capacitancia como función de la ten-  
sión de polarización inversa aplicada al sustrato 70.  
La capacitancia que presenta la unión rectificadora 84  
y el inductor 80 proporciona un circuito de salida sin-  
tonizado, resonante a la misma frecuencia de resonancia  
25 del circuito de entrada.

El circuito de transistor de circuito discrimina-  
dor puesto a masa y de efecto de campo de la Figura 5  
tiene baja impedancia de entrada y alta impedancia de  
salida. Como se ha señalado anteriormente, la capaci-  
30 tancia que presenta cada una de las uniones rectifica-

303359



doras es función de la magnitud de la tensión de polarización inversa a través de la unión. Por consiguiente, puesto que la tensión,  $+V_2$ , está aplicada en serie con el circuito de corriente de consumo-fuente del transistor 60 y hay una caída de tensión a través del circuito de corriente de consumo-fuente, la magnitud de la caída de tensión a través de la unión rectificadora 84 es mayor que la magnitud de la tensión de polarización inversa a través de la unión rectificadora 74. Esa diferencia en magnitudes de las tensiones de polarización inversas respectivamente a través de las uniones 84 y 74, hace que la capacitancia presentada por la unión rectificadora 74 sea de magnitud mayor que la capacitancia presentada por la unión rectificadora 84.

Además, debido a que las capacitancias presentadas por cada una de las uniones rectificadoras 74 y 84 son diferentes, la magnitud del inductor 68 deber ser menor que la magnitud del inductor 80 para sintonizar los correspondientes circuitos de entrada y de salida a la misma frecuencia. Dicho con otras palabras, el producto LC (inductancia x capacitancia) del circuito de entrada deberá ser igual al producto LC del circuito de salida.

Partiendo de las consideraciones que acaban de hacerse, es de hacer notar que la razón de inductancia-capacitancia del circuito de entrada es menor que la razón de inductancia-capacitancia del circuito de salida. Esa desigualdad puede traducirse en una impedancia de entrada de resonancia del circuito de entrada menor que la impedancia de resonancia del circuito de salida. Ello,

303359



a su vez, proporciona la selectividad requerida para los circuitos de entrada y de salida.

La capacitancia que presentan cada una de las uniones rectificadoras puede determinarse mediante la siguiente relación:

5

$$C = \frac{K}{V} \frac{1}{n} = KV^{-\frac{1}{n}}$$

10

En donde C es la capacitancia que presenta la unión rectificadora,

K es un factor proporcional al área de la unión,

V es la tensión inversa a través de la unión rectificadora (la diferencia de potencial, respectivamente, entre los electrodos 76 y 66 y el substrato 70); y

15

n es un factor que depende del material de la unión rectificadora, por ejemplo n = 3 para una unión rectificadora de silicio.

20

En el circuito ilustrado en la Figura 5 se ha provisto sintonización variable haciendo variable la tensión de polarización  $-V_1$ . Una variación incremental en la tensión de control,  $-V_1$ , produce una variación proporcional en las capacitancias que presentan cada una de las uniones rectificadoras. Ello resulta de la característica de capacitancia en función de la tensión de polarización de cada una de las uniones rectificadoras 74 y 84, la cual es logarítmica, y también del hecho de que las tensiones de polarización inversas a través de cada unión son de magnitudes diferentes. Por consiguiente es posible la sintonización simultánea de los circuitos de entrada y salida a la misma frecuencia.

30

303358

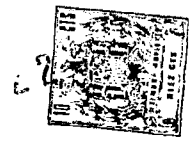


Como se ha explicado anteriormente, el producto LC de los circuitos de entrada y de salida debe ser igual para sintonizar los circuitos de entrada y de salida a la misma frecuencia. Si la capacitancia del circuito de entrada es cinco veces mayor que la capacitancia del circuito de salida, por ejemplo, un cambio del 100% en la capacitancia de entrada debe ir acompañado por un 100% en la capacitancia de salida a fin de sintonizar los circuitos de entrada y de salida a la misma frecuencia. No obstante, el cambio incremental en la capacitancia del circuito de salida es únicamente la quinta parte del cambio incremental de la capacitancia del circuito de entrada.

La gama de frecuencias a la cual pueden ser sintonizados eléctricamente los circuitos de entrada y de salida automáticamente, es decir, la gama de seguimiento, es relativamente pequeña debido a la característica intrínseca de las uniones rectificadoras.

La gama de seguimiento, no obstante, puede ampliarse proporcionando una resistencia en serie con el circuito de corriente de fuente-consumo. Si se conecta una resistencia en serie con el circuito de corriente de fuente-consumo, el control de corriente de efecto de campo proporcionado por el sustrato proporciona medios de seguimiento adicionales. Es decir, cuando se varía la tensión de control,  $-V_1$  las tensiones a través de las uniones rectificadoras varían en función del cambio en el paso de corriente a través del circuito de corriente de fuente-consumo. Ello es debido a la caída de tensión a través de la resistencia en serie que proporciona, de

303359



hecho, una variación eficaz (compensación) del suministro de tensión  $V_2$ .

5 Cuando se aumenta la tensión,  $-V_1$ , (se hace más negativa) el paso de corriente a través del circuito de corriente de fuente-consumo disminuye, con la consiguiente disminución de la caída de tensión a través de la resistencia. Así pues, la tensión de polarización a través de la unión rectificadora conectada a la resistencia de polarización es mayor que el incremento de  
10 tensión de polarización eficaz que resulta de una variación de la tensión de control en un circuito que no tiene resistencia en serie.

La resistencia adicionada, en efecto, proporciona una disposición de tensión de polarización asimétrica  
15 de las uniones rectificadoras. Por tanto, la unión rectificadora que presenta la menor capacitancia es polarizada por una tensión de polarización inversa que no es lineal con respecto a la variación de la tensión de control. La unión rectificadora que presenta la mayor  
20 capacitancia es polarizada con una tensión que es lineal con respecto a la variación en la tensión de control.

La capacitancia que presentan las uniones rectificadoras debería constituir una gran parte de la capacitancia de los circuitos sintonizables de entrada y de  
25 salida, de tal manera que un cambio en la capacitancia que presentan las uniones rectificadoras controla la sintonización del circuito amplificador. Aunque el circuito ilustrado en la Figura 5 comprende una etapa de amplificador de circuito discriminador puesto a masa,  
30 ese circuito amplificador puede ser modificado hasta ser

303359



una etapa de amplificador de circuito discriminador común que tiene una tensión de polarización predeterminada de circuito discriminador a fuente.

5 Se hace ahora referencia a la Figura 6 de los dibujos, la cual es una variación del circuito ilustrado en la Figura 5, y que ilustra dos etapas de amplificador de circuito discriminador puesto a masa conectadas en cascada.

10 Las señales de entrada son acopladas a través de un condensador 90 al electrodo de fuente 92 del transistor de efecto de campo 94, el cual es el elemento activo de la etapa de entrada del circuito de amplificador. El electrodo de circuito discriminador 96 del transistor de efecto de campo 94 está puesto a masa. Un inductor 98 esta conectado entre el electrodo de fuente 15 92 y masa para formar un circuito de entrada sintonizable con la capacitancia que presenta la unión rectificadora 93. El substrato 100 de material semiconductor está conectado a una fuente de potencial de polarización,  $-V_1$ , no representada. Un condensador 102 está conectado entre el substrato 100 de material semiconductor y masa, para derivar las frecuencias de la señal.

20 El electrodo de consumo 104 está conectado a través de un inductor 106 al electrodo de fuente 108 del transistor de efecto de campo 110, el cual es el elemento activo de la etapa de salida del circuito de amplificador. El electrodo de circuito discriminador 112 del transistor de efecto de campo 110 puede estar puesto a masa como se ha ilustrado o bien, alternativamente, el 25 electrodo de circuito discriminador 112 puede estar 30

303359



referido al electrodo de fuente 108 a través de una resistencia de polarización. En ese caso, el electrodo de circuito discriminador 112 deberá ser luego puesto a masa para las frecuencias de señal mediante un condensador de derivación.

5

El substrato 114 del transistor 110 está conectado a una fuente de tensión de polarización,  $-V_2$ , que puede ser, si se desea, la misma fuente de polarización que la fuente de tensión de polarización  $-V_1$ . En ese caso puede obtenerse la tensión apropiada,  $-V_2$ , por medio de una red divisora de la tensión, por ejemplo. Un condensador 116 está acoplado entre el substrato 114 y masa para derivar las frecuencias de señal.

10

15

Las señales de salida son derivadas a través de un condensador 118 que está conectado entre el electrodo de consumo 120 del transistor de efecto de campo 110 y un circuito de utilización, no representado. Un inductor 122 está conectado entre el electrodo de consumo 120 y una fuente de tensión de funcionamiento,  $+V$ , como se ha indicado. El inductor 122 forma un circuito de salida sintonizable con la capacitancia que presenta la unión rectificadora 123. Un condensador de derivación 124 está conectado entre la fuente de potencial de funcionamiento,  $+V$ , y masa.

20

25

El funcionamiento del circuito ilustrado en la Figura 6 es similar al funcionamiento del circuito ilustrado en la Figura 5. La capacitancia que presentan las uniones rectificadoras que existen respectivamente entre los electrodos de consumo y de fuente de cada uno de los transistores 94 y 110 y los correspondientes

30

333319



substrato de material semiconductor, es función de las tensiones de polarización inversas a través de cada una de las uniones rectificadoras. Las capacitancias que presentan las uniones rectificadoras 93 y 123 resuenan respectivamente con las inductancias de los inductores 98 y 122 para proporcionar al amplificador circuitos sintonizables de entrada y de salida. El inductor 106 resuena a su vez con las capacitancias que presentan las uniones rectificadoras 125 y 127 que existen entre el electrodo de consumo 104 y el substrato 100 y entre el electrodo de fuente 108 y el substrato 114, respectivamente.

Se ha ilustrado una variación del circuito representado en la Figura 6 mediante la línea de puntos 130, y que representa una conexión directa entre el electrodo de consumo 104 y el electrodo de fuente 108. En el último caso, se ha excluido el inductor 106 del circuito y la variación de la tensión de polarización inversa aplicada a cada una de los substratos de material semiconductor proporciona la sintonización de los circuitos de entrada y de salida del amplificador.

Se hace ahora referencia a la Figura 7 de los dibujos que es un diagrama esquemático de circuito de un circuito convertidor que utiliza un transistor de efecto de campo 132, similar al ilustrado en las Figuras 1 y 2, como el elemento mezclador-amplificador del circuito. Las señales de entrada son acopladas a través de un condensador de acoplamiento 134 a un circuito de entrada sintonizable que incluye un inductor 136 y la capacitancia que presenta la unión rectificadora 138 entre el

303358



electrodo de fuente 140 y el substrato 142.

El substrato 142 de material semiconductor está acoplado a una fuente de tensión de control,  $-V$ , como se ha indicado. El condensador de alimentación a su  
5 través 143 deriva la fuente de tensión de control,  $-V$ , a masa para las frecuencias de la señal, con lo que la capacitancia que presenta la unión rectificadora 138 está conectada eficazmente a través del inductor 136.

El electrodo de circuito discriminador 150 del  
10 transistor 132 está puesto a masa. El electrodo de consumo 144 está acoplado a una fuente de tensión de funcionamiento,  $+V_2$ , a través de un circuito tanque en paralelo de frecuencia intermedia, que incluye un condensador 154 y un inductor 152, y un inductor 148 que está  
15 conectado en serie con el circuito tanque de frecuencia intermedia. Un condensador 158 deriva la fuente de tensión de funcionamiento,  $+V_2$ , a las frecuencias de señal de oscilador local de la señal. Las señales de salida de frecuencia intermedia son derivadas desde el electro-  
20 do de consumo 144 a través de un condensador de acoplamiento 156, que está conectado a un circuito de utilización, no representado.

Como se ha explicado en conexión con las Figuras 5 y 6, las uniones rectificadoras de un transistor de  
25 circuito discriminador aislado y de efecto de campo presentan una capacitancia como función de la tensión de polarización inversa (tensión de control) aplicada a ellas. En el circuito ilustrado en la Figura 7, las diferencias de potencial entre la tensión de control,  $-V$ , y las partes de la tensión de funcionamiento,  $+V_2$ , que aparecen  
30

33359



respectivamente en los electrodos de consumo y de corriente 144 y 140, controlan las capacitancias que presentan las uniones rectificadoras 160 y 138.

5 La inductancia del inductor 148 resuena con la capacitancia que presenta la unión rectificadora 160 a la frecuencia de oscilador local. El circuito de frecuencia intermedia de baja impedancia conecta eficazmente la capacitancia que presenta la unión rectificadora a través de la inductancia del oscilador (inductor 148). El  
10 circuito de realimentación del oscilador requerido para proporcionar oscilaciones se completa a través de masa.

Una variación de la tensión de control  $-V$ , modifica la capacitancia que presentan cada una de las uniones rectificadoras 138 y 160. La variación de la capacitancia sintoniza el circuito de entrada de señal a una  
15 frecuencia diferente, y al mismo tiempo modifica la frecuencia de oscilación del oscilador local en una cantidad igual, proporcionando con ello una frecuencia por diferencia (frecuencia intermedia) que es sustancialmente la  
20 misma frecuencia para cualquiera frecuencia de señal de entrada.

La variación de capacitancia que presentan a cada una de las uniones rectificadoras es diferente para una variación dada en la tensión de control. No obstante,  
25 se sigue efectuando el seguimiento de la frecuencia del oscilador local y de la frecuencia a la cual está sintonizado el circuito de entrada, debido a que la variación requerida de la capacitancia del oscilador local es menor que la variación de capacitancia requerida en el circuito de entrada de señal. Mientras la frecuencia del



circuito de señal de entrada en una cantidad igual a la frecuencia intermedia, un cambio en la frecuencia del circuito de entrada requiere un porcentaje de cambio menor en la frecuencia del oscilador local a fin de que la frecuencia intermedia permanezca constante. Debido a que el cambio de frecuencia se efectúa mediante una variación de la capacitancia (unión rectificadora), se necesita pues un menor cambio en la capacitancia.

Para proporcionar un control de frecuencia automático, si se desea, un circuito detector de frecuencia está acoplado al circuito de frecuencia intermedia para derivar una tensión de corriente continua que es función de la frecuencia de salida de frecuencia intermedia. La tensión así derivada se utiliza como tensión de control, mediante la cual se ajusta la frecuencia del oscilador local. Una ventaja de este circuito consiste en que el circuito de entrada de señal es sintonizado simultáneamente para ganancia óptima a la frecuencia de funcionamiento, proporcionando con ello un circuito de oscilador que tiene a un tiempo control de frecuencia automático y sintonización del circuito de entrada para máxima ganancia.

Se hace ahora referencia a la Figura 3 de los dibujos, que es un diagrama esquemático de circuito de un amplificador de radiofrecuencia de sintonía simple neutralizado. El transistor de circuito discriminador aislado y de efecto de campo 162, que es similar a los transistores ilustrados en las Figuras 1 y 2, es el elemento activo del circuito amplificador. El transistor 162 está conectado en la configuración de fuente común.

303359



El electrodo de fuente 164 está conectado a un punto de potencial fijo, representado como masa. Las señales de entrada se aplican entre los electrodos de circuito discriminador y de fuente 166 y 164 a través de un condensador de acoplamiento 168. El electrodo de circuito discriminador 166 está acoplado a través de una resistencia 170 a masa. El electrodo de consumo 172 está conectado a través de un inductor 174 y de una resistencia 176, conectadas en serie, a una fuente de tensión de funcionamiento,  $+V_1$ , como se ha indicado.

Se derivan señales de salida del electrodo de consumo 172 a través de un condensador de acoplamiento 178, que está conectado entre el electrodo de consumo 172 y un circuito de utilización, no representado. Existen un par de uniones rectificadoras 180 y 182 respectivamente entre los electrodos de consumo y de fuente 172 y 164 y el substrato 184 de material semiconductor.

Se aplica al substrato 184 una fuente de tensión de polarización,  $-V_2$ , como se ha indicado, a través de un condensador de alimentación a su través 186. Cada una de las uniones rectificadoras 180 y 182 presenta una capacitancia que es función de la tensión de polarización inversa aplicada a través de ella, como se ha explicado anteriormente con referencia a las Figuras 5 y 6. La capacitancia que presenta la unión rectificadora 180 en conjunto con la inductancia del inductor 174, determina la frecuencia de funcionamiento del circuito.

El circuito de amplificador de radiofrecuencia está neutralizado para realimentación de energía a través de la capacitancia intrínseca que existe entre los

30335



electrodos de consumo y de circuito discriminador 172  
y 166, por medio de una red de neutralización de tipo  
de puente equilibrado. La red de puente incluye la  
capacitancia intrínseca entre los electrodos de consu-  
5 mo y de circuito discriminador 172 y 166; la capacitancia  
que presenta la unión rectificadora 180, un condensador  
variable 188 conectado entre el electrodo de circuito  
discriminador 166 y el electrodo de consumo 172  
(a través del inductor 174); y un condensador fijo 190  
10 que completa el circuito de la señal a través del condensador  
188 hasta masa. Así pues, el condensador 188  
y el condensador 190 constituye un ramal del puente,  
y la capacitancia de realimentación intrínseca,  $C_f$ , y  
la capacitancia que presenta la unión rectificadora 180  
15 constituye el otro ramal.

La condición de equilibrio para el puente viene  
expresada mediante la relación  $\frac{C_{188}}{C_{190}} = \frac{C_f}{C_d}$  en que  
20  $C_{188}$  es la capacitancia que presenta el condensador variable  
188;  $C_{190}$  es la capacitancia del condensador fijo  
190;  $C_f$  es la capacitancia de realimentación entre  
electrodos entre los electrodos de consumo y de circuito  
discriminador 172 y 166; y  $C_d$  es la capacitancia que  
25 presenta la unión rectificadora 180. Cuando el circuito  
amplificador está sintonizado a una frecuencia diferente,  
las razones antes mencionadas deberán permanecer  
constantes. Es decir, si la capacitancia  $C_d$  variase  
multiplicandose por un factor R, por ejemplo, la capacitancia  
30  $C_f$  debería variar también multiplicandose por  
un factor R.

343359



constantes. Es decir, si la capacitancia  $C_d$  variase multiplicandose por un factor R, por ejemplo, la capacitancia  $C_f$  debería variar también multiplicándose por un factor R.

5           La sintonización del circuito amplificador se efectúa por polarización inversa de la unión rectificadora 180 hasta presentar una capacitancia predeterminada. El condensador variable 188 está ajustado a un valor de capacitancia predeterminado para equilibrar  
10 el puente, de acuerdo con el valor de la capacitancia que presenta la unión rectificadora 180, y proporcionar la neutralización del circuito para la frecuencia de señal de funcionamiento.

Una variación en la tensión de polarización inversa  $-V_2$ , para sintonizar el circuito de amplificador a una frecuencia diferente, no altera sustancialmente la neutralización del circuito. Ello contrasta con los amplificadores neutralizados de puente de capacitancias según la técnica anterior. Con el circuito de la Figura 8, la variación en la neutralización del circuito de amplificador es disminuida, y por consiguiente se mantiene sustancialmente el equilibrio del puente en virtud del control sobre la corriente de fuente-consumo ejerciendo por la tensión aplicada al substrato 184  
20 debido a la acción de efecto de campo.

En funcionamiento, puesto que el circuito de amplificador es sintonizado a una frecuencia diferente variando la tensión de polarización a partir de la función de tensión,  $-V_2$ , debido a la acción de efecto de campo, la corriente de fuente-consumo es aumentada o  
30

303359



disminuida dependiendo del sentido en que tenga lugar  
el cambio en la tensión de polarización. Si el cam-  
bio incremental en la tensión de polarización aumenta  
la tensión de polarización inversa neta a través de  
5 la unión rectificadora, la capacitancia que presenta  
la unión rectificadora 180 es disminuida, sintonizán-  
dose con ello el circuito de amplificador para una fre-  
cuencia más elevada. La corriente de fuente-consumo  
es a su vez disminuida, debido a la acción de efecto  
10 de campo del substrato 184, lo cual disminuye la caí-  
da de tensión a través de la resistencia 176. Por con-  
siguiente, se aumenta la tensión de fuente-consumo. La  
capacitancia de realimentación,  $C_p$ , disminuye de valor  
a medida que aumenta la tensión neta entre los electro-  
15 dos de fuente y de consumo 166 y 172 debido a las ca-  
racterísticas intrínsecas del transistor de circuito  
discriminador aislado y de efecto de campo.

Debido a que las características de capacitancia  
de la unión rectificadora 180 (la cual varía en función  
20 de la tensión de polarización) y de la capacitancia de  
realimentación (la cual varía en función de la tensión  
de consumo-fuente) son proporcionales, la variación  
de la capacitancia que presenta la unión rectificadora  
180 va acompañada de un cambio en la capacitancia de  
25 realimentación que tiende a mantener sustancialmente  
equilibrado al puente de capacitancias.

Los circuitos ilustrados en las Figuras 5, 6, 7 y  
8 pueden ser utilizados, por ejemplo, en un receptor  
de señal de frecuencia modulada, que tiene sintoniza-  
30 ción eléctrica del primer amplificador y de los circui-

303359



tos convertidores. El receptor de frecuencia modulada  
podría asimismo tener, además, control de frecuencia  
automático sin modificación alguna de circuito. Por  
ejemplo, el oscilador local del circuito de converti-  
5       dor y los circuitos sintonizados de radiofrecuencia po-  
drían ser controlados mediante una tensión de control  
de una amplitud que variase en función de la frecuencia  
de la señal.

La presente solicitud que corresponde a la presen-  
10       tada en Estados Unidos de América, con fecha 23 de Agosto  
de 1.963, bajo el número 304.091, se acoge a los be-  
neficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Pro-  
piedad Industrial.

N O T A

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

20       1.- Un circuito de translación de señales sensible  
a la frecuencia que tiene un transistor de circuito dis-  
criminador o de barrera aislado de efecto de campo con  
electrodos de fuente, consumo y de circuito discriminador  
sobre un substrato de material semiconductor y que tiene  
25       una primera unión rectificadora entre dicho electrodo  
de puente y dicho substrato, y una segunda unión recti-  
ficadora entre dicho electrodo de consumo y dicho subs-  
trato, presentando dichas uniones rectificadoras una ca-  
pacitancia, caracterizado por medios de circuito de en-  
30       trada para aplicar señales de entrada entre dichos

303359



electrodos de fuente y de circuito discriminador, medios de circuito de salida acoplados a dicho electrodo de consumo para desarrollar señales de salida relacionadas con dichas señales de entrada, y medios para cambiar la capacitancia que presentan dichas uniones rectificadoras para modificar la respuesta de frecuencia de dichos medios de circuito de salida.

5

2.- Un circuito de translación de señales de acuerdo con el punto 1 caracterizado porque dichos medios de circuito de entrada incluyen un primer inductor acoplado entre dicho electrodo de fuente y dicho substrato semiconductor, y dichos medios de circuito de salida incluyen un segundo inductor acoplado entre dichos electrodos de consumo y dicho substrato semiconductor.

10

15

3.- Un circuito de translación de señales de acuerdo con los puntos 1 ó 2 en que dichos medios para modificar la capacitancia que presentan dichas uniones rectificadoras incluyen medios para aplicar a dicho substrato una tensión de control ajustable para sintonizar simultáneamente dichos medios de circuito de entrada y de salida en función de la amplitud de dicha tensión de control.

20

4.- Un circuito de translación de señales de acuerdo con el punto 2 en que dicho primer inductor tiene una inductancia que resuena con la capacitancia entre electrodos entre dicho electrodo de fuente y dicho substrato a una frecuencia deseada y, dicho inductor tiene una inductancia que resuena con la capacitancia entre electrodos entre dicho electrodo de consumo y dicho substrato semiconductor a una frecuencia predeterminada.

25

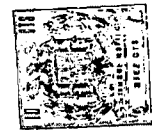
30



5.- Un circuito de translación de señales de acuerdo con cualquiera de los puntos 2-4 caracterizado por un segundo transistor de circuito discriminador aislado de efecto de campo que tiene electrodos de fuente, de circuito discriminador y de consumo sobre un substrato de material semiconductor, estando acoplado dicho primer inductor entre dicho electrodo de fuente de dicho primer transistor y dicho substrato semiconductor, estando acoplado dicho segundo inductor entre dicho electrodo de consumo y dicho substrato semiconductor de dicho segundo transistor, y un tercer inductor acoplado entre dicho electrodo de consumo de dicho primer transistor y dicho electrodo de fuente de dicho segundo transistor, medios para aplicar respectivamente tensiones de control ajustables a dichos substratos semiconductores de dichos transistores primero y segundo en función de la amplitud de dicha tensión de control.

6.- Un circuito de translación de señales de acuerdo con cualquiera de los puntos 2, 3 ó 4 en que dicho circuito de translación de señal es un circuito de convertidor caracterizado porque dichos medios de circuito de entrada presentan una respuesta de frecuencia predeterminada, se han provisto medios adicionales de circuito para acoplamiento de dichos electrodos de consumo y de circuito discriminador para oscilación local de tal manera que dicha tensión aplicada a dicho substrato, simultáneamente, controla la frecuencia de oscilación local y modifica la respuesta de frecuencia de dichos medios de circuito de entrada.

7.- Un circuito de translación de señales de acuerdo



con cualquiera de los puntos 3, 4 ó 6, en que dichos  
medios para aplicar dicha tensión de control ajusta-  
ble aplican una tensión de polarización inversa entre  
dichos electrodos de fuente y de consumo y dicho subs-  
trato.

5

8.- Un circuito de translación de señales de acuer-  
do con los puntos 1 ó 4 en que dicho circuito de trans-  
lación de señal es un circuito de amplificador caracte-  
rizado porque dichos medios de circuito de entrada in-  
cluyen un primer inductor y la capacitancia que presen-  
ta dicha primera unión rectificadora, dichos medios de  
circuito de salida incluyen un segundo inductor y dicha  
capacitancia de dicha segunda unión rectificadora, me-  
dios de circuito que acoplan dicho electrodo de circui-  
to discriminador a un punto de potencial de referencia,  
medios acoplados a dicho segundo inductor para aplicar  
una tensión de funcionamiento unidireccional a dicho  
circuito de amplificador, y medios acoplados a dicho  
substrato para aplicar una tensión de polarización a  
dicho substrato para controlar las capacitancias que  
presentan dichas uniones rectificadoras.

10

15

20

9.- Un circuito de translación de señales de acuer-  
do con los puntos 1 ó 4 en que dicho circuito de trans-  
lación de señales es un circuito de convertidor caracte-  
rizado porque dichos medios de circuito de entrada  
son sintonizables e incluyen un primer inductor y la  
capacitancia que presenta dicha primera unión rectifi-  
cadora, medios de circuito de oscilador que incluyen un  
segundo inductor y dicha capacitancia de dicha segunda  
unión rectificadora acoplados eficazmente entre dichos

25

30

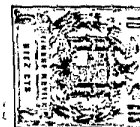
30200



electrodos de circuito discriminador y de consumo para proporcionar oscilaciones locales, dichos medios de circuito de salida son sintonizables y están acoplados entre dichos electrodos de consumo y de circuito discriminador para derivar señales de salida que tienen una frecuencia igual a la frecuencia diferencia entre dichas frecuencias de señal y de oscilador local, medios acoplados entre dichos medios de circuito de salida y dicho electrodo de circuito discriminador para proporcionar una tensión de funcionamiento a dicho circuito de convertidor, y medios acoplados entre dicho electrodo de circuito discriminador y dicho substrato para aplicar una tensión de control para controlar las capacitancias que presentan cada una de las uniones rectificadoras, con lo que dicho circuito de entrada y dicho circuito de oscilador local son vueltos a sintonizar manteniendo la misma frecuencia diferencia.

10.- Un circuito de translación de señales de acuerdo con el punto 1 caracterizado porque dichos medios de circuito de salida están acoplados entre dichos electrodos de consumo y de fuente e incluyen un inductor que forma un circuito sintonizable con la capacitancia que presenta dicha segunda unión rectificadora, un primer condensador conectado entre dichos circuitos de entrada y de salida para proporcionar neutralización, medios que incluyen una resistencia acoplada entre dichos electrodos de consumo y de fuente para aplicar potencial de funcionamiento a dicho transistor, un segundo condensador conectado a través de dicha resistencia para derivar dicha resistencia a las frecuencias de señal, y

3070



medios acoplados entre dicho sustrato semiconductor y dicho electrodo de consumo para aplicar una tensión de control para controlar la capacitancia que presenta dicha segunda unión rectificadora, para sintonizar con  
5 ello dicho circuito de salida a una frecuencia deseada.

11.- Un circuito de translación de señales de acuerdo con el punto 1 en que dicho circuito es un circuito de amplificador de radiofrecuencia caracterizado porque dicho transistor de circuito discriminador aislado de  
10 efecto de campo tiene capacitancia intrínseca entre dichos electrodos de consumo y de circuito discriminador que proporciona un circuito de realimentación que acopla la energía desde dicho electrodo de consumo a dicho electrodo de circuito discriminador, medios para aplicar un  
15 potencial de funcionamiento entre dichos electrodos de consumo y de fuente que incluyen una resistencia y un inductor conectados en serie entre sí, comprendiendo dicho inductor en conjunción con la capacitancia que presenta dicha segunda unión rectificadora dichos medios de circui-  
20 to de salida, que son sintonizables, un primer condensador conectado entre dichos circuitos de entrada y de salida para proporcionar neutralización de dicho circuito de amplificador de radiofrecuencia, un segundo condensador acoplado a través de dicha resistencia para derivar  
25 dicha resistencia a las frecuencias de señal de funcionamiento, y medios acoplados entre dicho sustrato semiconductor y dicho electrodo de fuente para aplicar una tensión de polarización inversa para controlar la capacitancia que presenta dicha segunda unión rectificadora para  
30 sintonizar dicho circuito de salida a una frecuencia de



22

seada, viniendo acompañado el cambio en capacitancia de  
dicha segunda unión rectificadora por un cambio en el  
paso de corriente de fuente-consumo debido a la acción  
efecto de campo de dicho substrato, con lo que se varía  
la caída de tensión a través de dicha resistencia modi-  
ficándose con ello la tensión de consumo-fuente, lo  
cual, a su vez, varía la capacitancia intrínseca entre  
dichos electrodos de consumo y de circuito discrimina-  
dor proporcionalmente al cambio en capacitancia que pre-  
senta dicha segunda unión rectificadora manteniendo la  
neutralización de dicho circuito de amplificador de ra-  
diofrecuencia.

12.- Un circuito de translación de señales.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-  
cede, representado en el dibujo que se acompaña y para  
los fines que se han especificado.

La presente Memoria consta de 31 hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

22 SEP. 1964

Alberto de Elzaburu  
Por Poderes

303359

M. Ochoa

DBP.



22-522-205

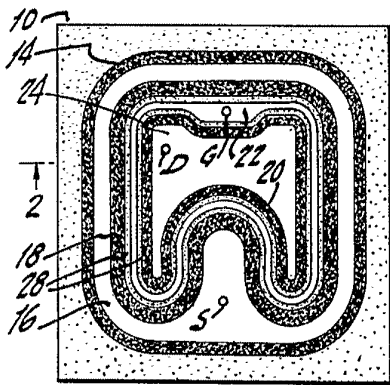


Fig. 1.

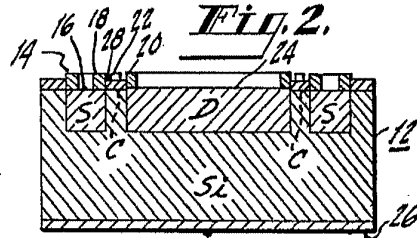


Fig. 2.

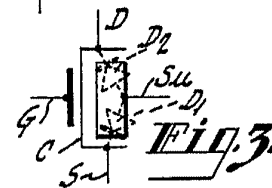


Fig. 3.

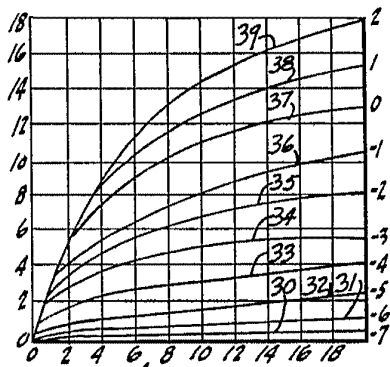


Fig. 4.

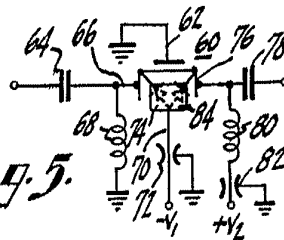


Fig. 5.

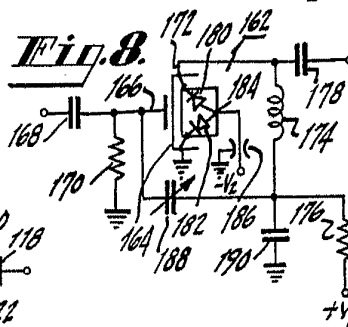


Fig. 6.

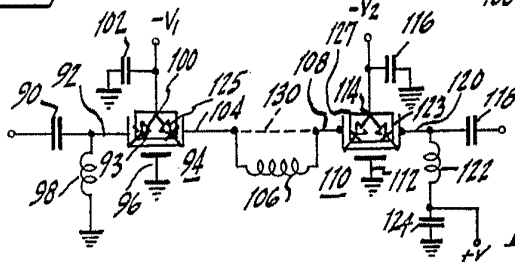


Fig. 7.

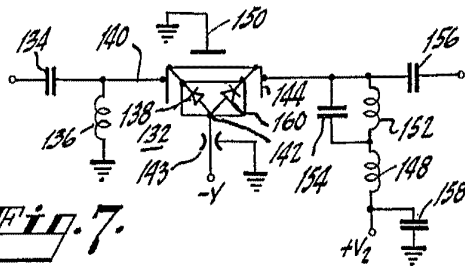


Fig. 8.

303359

Alberto de Elzaburu  
Pat. Injor