

331610

26



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

por 20 años en España, por " MEJORAS EN LOS

RECEPTORES SUPERHETERODINOS DE RADIO "

a favor de

SPACE-GENERAL CORPORATION

domiciliado en 9200 East Flair Drive, EL MONTE

CALIFORNIA, ESTADOS UNIDOS

PRIORIDAD: de la solicitud de patente estadounidense de fecha 27 de Septiembre de 1965, cuyo número se indicará oportunamente.



Este invento se refiere a receptores de radio tele-
medidores y más particularmente a aquellos receptores que emplean
circuitos en bucle de fases cerradas para rastrear ondas portado-
ras de radiofrecuencia de frecuencia, fases y amplitud variables.

5

En el diseño de receptores telemedidores proyecta-
dos particularmente para el seguimiento de misiles y satélites,
ha existido hasta ahora una necesidad efectiva de receptores de
radio que puedan detectar con seguridad las ondas portadoras de
alta frecuencia sometidas a variaciones en la potencia de las se-
ñales y en la frecuencia debidas a la interferencia, efectos de
cambio aparente del tono debidos al movimiento del vehículo y a
otros orígenes. En el caso en que un número de canales indepen-
dientes de información son simultaneamente transmitidos desde un
vehículo poco espaciado en el espectro de frecuencia, debe pare-
cer aconsejable que el receptor esté controlado por cristal pie-
zoeléctrico con la frecuencia del receptor ajustada a la frecuen-
cia portadora nominal. Los receptores controlados por cristal pie-
zoelectrico sencillo han probado en la práctica que no son satis-
factorios porque la onda portadora recibida está sujeta amenudo
a variación en la frecuencia por efecto Doppler mas allá de la
banda de respuesta de escasa frecuencia del receptor, por lo que
puede perderse la información.

10

15

20

25

30

Por otra parte, un receptor corriente manualmente
controlado que emplee un oscilador de frecuencia variable permi-
te la sintonización para compensar las variaciones de frecuencia
de la onda portadora, pero la respuesta del operador es insufi-
ciente para un seguimiento adecuado. Con el control automático
de la frecuencia, éste último problema se reduce al mínimo pero
tales receptores carecen de la estabilidad inherente de los re-
ceptores controlados por cristal piezoelectrico.



5

Otro procedimiento para el diseño de receptores te-
lemedidores emplea el bucle de fase cerrada o filtro seguidor. Un
ejemplo de un receptor de fase cerrada es el receptor del siste-
ma "Digilock" del cesionario de éste invento y que se describe en
la patente 3.030.614 concedida en 17 de Abril de 1962 a F.W. Lehan,
A.W. Newberry y a mí mismo. Los principios históricos y fundamen-
tos básicos de los sistemas de bucle de fase cerrada se describen
además por A.J. Viterbi en el Capítulo 8 de Space Communications,
registrado en 1963 por la McGraw Hill Book Co., Inc. de New York.

10

15

20

25

Basta saber que los receptores de bucle de fase cerra-
da son eficaces para rastrear señales de bandas relativamente es-
trechas sincronizadas en un ambiente de muchos ruidos parásitos.
Esto se realiza aplicando la energía de la radiofrecuencia reci-
bida a un mezclador o multiplicador en el que es mezclada con la
energía suministrada por un oscilador local de voltaje controla-
do. El producto de las señales mezcladas es pasado a través de un
filtro de paso bajo para derivar el componente de corriente con-
tínua del producto que a su vez se aplica a la frecuencia que de-
termina la alimentación del oscilador de voltaje controlado. En
el caso en que se utiliza la modulación de frecuencia y no se tro-
pieza con variación de efecto Doppler, el componente constituye la
señal deseada, es decir, un voltaje proporcional a la desviación
de la frecuencia de la onda portadora con respecto a su frecuencia
nominal asignada. Cuando la señal entrante incluye una variación
Doppler, el componente de corriente continua aplicado al oscila-
dor de voltaje controlado puede ser utilizado para afinar conti-
nuamente la fase de radiofrecuencia para seguir la onda portadora
de la señal recibida.

30

El receptor de bucle de fase cerrada ha demostrado
su valor en los sistemas de seguimiento de satélites y misiles



26

5 según se observa en el tratado anteriormente citado, sin embargo
empleando osciladores corrientes de voltaje controlado del tipo
LC o LR, la frecuencia operadora del Oscilador de Voltaje Contro-
lado es una función no solamente del voltaje de control de corrien-
te continua aplicado al mismo sino tambien de la temperatura am-
biente, de los valores de cambio del componente, y de otros facto-
res que no se encuentran por completo dentro del control del fa-
bricante o del usuario del receptor. En resumen, el receptor de
fase cerrada y los receptores de Oscilador de Frecuencia Variable
10 carecen cada uno de ellos de la estabilidad de frecuencia inheren-
te al receptor controlado por cristal piezoeléctrico.

Teniendo presente éste conocimiento general del ac-
tual estado de la técnica, un objeto general de éste invento es
mejorar los receptores telemedidores.

15 Otro objeto de éste invento es producir un receptor
telemedidor que tiene la estabilidad inherente normalmente asocia-
da con un cristal piezoeléctrico estabilizado y recibido.

Otro objeto de éste invento es producir un receptor
estable tal que exhiba tambien la capacidad de rastreo de un recep-
tor de bucle de fase cerrada.
20

Otro objeto de éste invento es producir un receptor
tal que adicionalmente tiene la capacidad de sintonía manual de
frecuencia variable mientras se mantiene la capacidad de rastreo
y la estabilidad del cristal piezoeléctrico.

25 Otro objeto más del invento es producir un receptor
tal que sea capaz de una operación de cristal simple estabilizado,
de una operación en bucle de fase cerrada, de una operación manual
controlada de frecuencia variable y de una operación controlada de
fase automática de largo bucle con un mínimo de conmutación.

30 Otro objeto de éste invento es facilitar receptores



capaces de todas las anteriores formas de operación sobre las gamas de frecuencia seleccionadas mediante la simple sustitución de un cristal.

5 Fundamentalmente, el invento implica un receptor superheterodino de doble conversión con el primer oscilador local comprendiendo un circuito en bucle de fase cerrada que incluye un oscilador de frecuencia variable, un oscilador de referencia controlado por cristal piezoeléctrico y un segundo oscilador de voltaje controlado o cristal "arrastrado". El primer oscilador local es operable mediante conmutación selectiva con fase autoreferenciada o en una configuración de bucle largo con una referencia de fase derivada de un segundo bucle de fase cerrada que incluye la primera y segunda etapas de frecuencia intermedia del receptor.

10 Un entendimiento más completo de éste invento y de la forma de conseguir los anteriores objetos puede obtenerse por la siguiente descripción y con referencia al dibujo en el que la Figura 1 junto con la Figura 1a constituye un esquema de conjunto que muestra una realización de éste invento.

15 Refiriendonos ahora al dibujo (Figuras 1 y 1a) el mismo muestra en conjunto una forma de esquema de un receptor superheterodino de radio de doble conversión diseñado para utilizar en sistemas telemedidores que emplean varias formas de modulación, tales como modulación de amplitud (AM), modulación de frecuencia (FM), modulación de fase (PM) y modulación por impulsos codificados (PCM) por lo que facilita una producción de datos para una variedad de dispositivos tales como un registro de pluma o de cinta, un altavoz u otro tipo de dispositivo de utilización.

20 La disposición básica y la operación del receptor se describen mejor en relación con su operación controlada por cristal piezoeléctrico para un canal de comunicaciones de una so-

25

30



la anchura de banda estrecha y fija. El receptor está conectado a una antena (10) e incluye un amplificador de radiofrecuencia (11) de banda ancha que aplica la señal amplificada de entrada designada en el dibujo como frecuencia f_{rf} a un mezclador (12).

5

Una señal N_{f2} localmente generada desde el primer oscilador local (13) es similarmente aplicada al mezclador (12) para producir la primera frecuencia intermedia $N_{f2} - f_{rf}$ que está típicamente centrada a 30 mc. La primera frecuencia intermedia

10

($N_{f2} - f_{rf}$) es amplificada en el amplificador de frecuencia intermedia (15) y convertida a la segunda frecuencia intermedia ($N_{f2} - f_{rf} - f_4$) en un mezclador (16) alimentado por un oscilador de cristal (20) que opera a una frecuencia de referencia f_4 . Una frecuencia típica del oscilador de cristal (20) es de 40 mc.

15

con la que se produce una segunda frecuencia intermedia nominalmente de 10 mc. La segunda frecuencia intermedia es filtrada en un filtro de paso de banda estrecha (21) y amplificada en un segundo amplificador de frecuencia intermedia (22), limitada la amplitud en un limitador (23) y aplicada a un punto de unión (24) conectado a un discriminador (25) utilizado para una operación

20

de frecuencia modulada y a un detector de fase (26) para operación de modulación de fase. Un conmutador selector de modo (30) conecta alternativamente el detector de fase (26) o el discriminador (25) al circuito de salida (31) del receptor. La potencia

25

de salida del receptor puede adoptar cualquiera de una variedad de formas dependiendo de las necesidades particulares de una utilización para exhibición o para datos. Para mayor simplificación la fase de salida (31) se representa incluyendo un filtro de paso bajo (32), un amplificador de imagen (33) y un dispositivo de servicio (34).

30

En el caso de una operación de demodulación de fase



5

con el conmutador 22 en su posición FM/FM, el conmutador selector (30) es lanzado a la posición PM de la derecha conectando el circuito de salida (31) al detector de fase (26) que compara la señal limitada con la fase de un oscilador de cristal (40) de referencia que opera a la segunda frecuencia intermedia, es decir, a 10 megaciclos. La potencia de salida del detector de fase (26) que constituye una variación de la señal de corriente continua proporcional a la diferencia física de la señal entrante desde la referencia de fase (40) es aplicada al circuito de salida (31).

10

En el caso de una operación de demodulación de amplitud, el conmutador selector (27) se mueve a la posición AM y la segunda frecuencia intermedia es pasada a través del detector corriente (27) y después al amplificador de imagen (33).

15

En la operación de demodulación de frecuencia simple, la señal limitada de segunda frecuencia intermedia es detectada en el discriminador (25) y aplicada a través del conmutador (30) en su posición FM al circuito de salida de una forma corriente.

20

Según se describió antes, el receptor es un receptor superheterodino corriente. Sin embargo, el primer oscilador local (43), que es el corazón del receptor, incluye realmente tres osciladores, el oscilador de frecuencia variable (43) manualmente sintonizable, un oscilador de enchufe controlado por cristal (50) y un oscilador de voltaje controlado o de cristal "arrastrado" (51) conectado con un detector de fase (54) en una configuración de bucle de fase cerrada. El oscilador de enchufe de cristal (50) determina la frecuencia básica f_1 que es combinada en un mezclador (52) con la potencia de salida del oscilador de frecuencia variable (43) que opera en la frecuencia f_2 . La frecuencia diferencial $f_1 - f_2$ es extraída de la salida del mezclador (52) por el filtro

25

30



de paso de banda (53) sintonizado a dicha frecuencia diferencial y aplicada a un detector de fase (54) que compara la fase de la señal $f_1 - f_2$ con la frecuencia de referencia f_3 del oscilador de cristal de voltaje controlado (51). En el modo de banda estrecha controlado por cristal, la potencia de entrada de control al oscilador de control de voltaje controlado es puesta a tierra por el conmutador (44) y el oscilador (51) actúa como un oscilador corriente de cristal fijo. La potencia de salida de variación de corriente continua del detector de fase es pasada a través de un filtro de paso (55) y en un bucle corriente de fase cerrada es aplicada a través de un conmutador selector (56) al oscilador de frecuencia variable (43). Cuando el conmutador selector (56) está en la posición (APC/XTAL), el oscilador de frecuencia variable (43) es ajustado de fase al oscilador de cristal de control de voltaje (51) con una estabilidad de frecuencia y fase que aproximadamente equivale a las estabilidades combinadas de los osciladores de cristal 50, 20 y 40.

Este receptor ha sido descrito en su modo de operación de banda estrecha controlado por cristal. Sin embargo, mediante la operación de los conmutadores selectores 27, 30, 44 y 56, el receptor operará de todos los diferentes modos que se relacionan a continuación con las posiciones que se anotan de los conmutadores.

| | <u>MODO DE OPERACION</u> | <u>Posición del conmutador selector</u> | | | |
|----|-------------------------------|---|----|----------|----------|
| | <u>Controlado por cristal</u> | 27 | 30 | 44 | 56 |
| 25 | Modulación de amplitud | AM | - | VFO/XTAL | APC/XTAL |
| | con bucle APC corto | AM | - | VFO/XTAL | APC/XTAL |
| | con bucle APC largo | AM | - | LL APC | APC/XTAL |
| | Modulación de frecuencia | PM/FM | FM | VFO/XTAL | APC/XTAL |
| | con AFC | PM/FM | FM | VFO/XTAL | AFC |
| 30 | Modulación de fase | | | | |



| <u>MODO DE OPERACION (Cont.)</u> | <u>Posición del conmutador selector</u> | | | |
|----------------------------------|---|----|----------|----------|
| Bucle corto | PM/FM | PM | VFO/XTAL | APC/XTAL |
| Bucle largo | PM/FM | PM | LL APC | APC/XTAL |

Controlado por oscilador de frecuencia variable.

| | | | | | |
|----|--------------------------|-------|----|----------|----------|
| 5 | Modulación de amplitud | AM | - | VFO/XTAL | VFO |
| | con AFC | AM | - | VFO/XTAL | AFC |
| | con bucle APC corto | AM | - | VFO/XTAL | APC/XTAL |
| | con bucle APC largo | AM | - | LL APC | APC/XTAL |
| | Modulación de frecuencia | PM/FM | FM | VFO/XTAL | VFO |
| 10 | con AFC | PM/FM | FM | VFO/XTAL | AFC |
| | Modulación de fase | | | | |
| | Bucle corto | PM/FM | PM | VFO/XTAL | APC/XTAL |
| | Bucle largo | PM/FM | PM | LL APC | APC/XTAL |

15 En el modo de operación antes descrito controlado por cristal, el primer oscilador local (43) es en realidad un oscilador compuesto de cristal fijo. La conmutación de frecuencia puede realizarse mediante la sustitución de diferentes cristales, 50 en una forma corriente para operación de un receptor controlado por cristal. Los restantes osciladores de cristal (20, 40 y 20 51) no necesitan ser cambiados. Por ésta razón el oscilador de cristal 20 preferiblemente está montado en un panel para su sencilla sustitución.

25 Cuando se desea un control sencillo de oscilador de frecuencia variable, el único cambio que se precisa hacer es mover el conmutador selector (56) a la posición VFO, poniendo a tierra la potencia eléctrica de entrada al oscilador de frecuencia variable (43) y permitiendo su control mediante el botón de mando para sintonización manual. El bucle de ajuste de fase del primer oscilador local (13) queda entonces inhabilitado y el receptor es sintonizable sobre la gama determinada por el oscila- 30



5

10

15

20

25

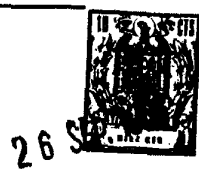
30

dor particular (43) y el factor de multiplicación del multiplicador (14). Una frecuencia típica de operación para el oscilador de frecuencia variable es de 35 - 50 mc. que en conjunto con los multiplicadores de frecuencia que tienen factores de multiplicación de por ejemplo 3, 6, 9 y 24, se producen gamas de sintonía de 105 - 150 mc, 210 - 300 mc, 315 - 450 mc y 840 - 1200 mc respectivamente.

La estabilidad aumentada del control automático de frecuencia en el modo VFO se consigue simplemente moviendo el conmutador selector (56) a la posición AFC que completa el bucle AFC desde el discriminador (25), el circuito AFC (28) a la potencia eléctrica de entrada para el oscilador de frecuencia variable (43).

La total ventaja de éste invento se consigue en el modo de operación de control automático de la fase, en que el primer oscilador local cuando se opera como un bucle de ajuste de fase está similarmente controlado por un segundo bucle desde el detector de fase (26). Operando con los conmutadores 44 y 56 en las posiciones APC, la corriente continua variable detectada por el detector de fase (26) es aplicada a la potencia de entrada de control de frecuencia para el oscilador de cristal (51) de control de voltaje con lo que se fija la fase del primer oscilador local y las primera y segunda etapas de frecuencia intermedia así como la señal de entrada y el oscilador de referencia (40). Esta disposición permite que las etapas de frecuencia intermedia sean sintonizadas a bandas estrechas para una máxima ganancia y discriminación de ruidos parásitos sin pérdida de la señal debida a variación Doppler de la onda portadora. La estabilidad de la frecuencia y de la fase del receptor en sí mismo es una función de los osciladores de cristal de alta estabilidad.

Por consiguiente, puede observarse que en el uso de



5 éste invento, las principales ventajas de los receptores de frecuencia variable, controlados por cristal y de bucle de ajuste de fase se consiguen todas ellas en un solo receptor. Todos los sub-circuitos determinantes de la frecuencia son o bien osciladores de cristal o controlados por cristal en todos los modos excepto en el modo manual VFO. Aunque se emplean cuatro osciladores de cristal, la sustitución de un solo cristal (el 50) variará la gama completa de operación del receptor. Este diseño de una sola sustitución reduce al mínimo el problema de equilibrar el cristal común a los
10 diseños de circuitos múltiples de cristal. Alternativamente, o adicionalmente, la gama de operación del receptor puede ser cambiada similarmente por la sola sustitución de los diferentes multiplicadores (14). De nuevo no existe problema alguno de equilibrado.

15 La selección de los modos de operación se realiza sencillamente mediante la directa operación de la combinación requerida de los conmutadores selectores 27, 30, 44 y 56.

20 La simplicidad, estabilidad y versatilidad de éste invento se obtienen utilizando componentes normales bien conocidos en la técnica. Los únicos componentes de menor conocimiento general en ésta ingeniosa combinación son el oscilador de frecuencia variable (43) manual y electricamente controlado y el oscilador (51) de cristal de voltaje controlado. El primero es un oscilador corriente del tipo de inductancia-capacitancia que utiliza capacitores de voltaje variable tal como el "Varicap" producido
25 por la TRW Electronics Division de la Thompson-Ramo-Wooldridge Inc. El oscilador de cristal de voltaje controlado es un oscilador corriente de cristal que utiliza un cristal tal como un cristal de cuarzo tipo ML-18 de la Midland Manufacturing Company, que ofrece la propiedad de una limitada gama de variación lineal en la frecuencia como función del potencial aplicado.
30



5

La anterior descripción y el adjunto dibujo ilustran en una sola realización los principios de éste invento por lo que no han de considerarse que constituyen una realización única. Se reconoce que un versado en la técnica puede separarse de la realización particular en detalles y en la ejecución sin apartarse del espíritu y alcance del invento.

En resúmen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

- REIVINDICACIONES -

10

1. Mejoras en los receptores superheterodinos de radio, del tipo que incluye un oscilador local, un mezclador para combinar una señal de llegada con la potencia de salida del oscilador local, y una etapa de frecuencia intermedia, caracterizadas porque el oscilador local comprende un oscilador de frecuencia variable de voltaje controlado y un oscilador controlado por cristal en configuración de bucle de fase cerrada.

15

2. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 1, caracterizadas porque el oscilador controlado por cristal incluye un oscilador de cristal de frecuencia variable de voltaje controlado, y el receptor incluye medios para derivar un voltaje de control para el oscilador de cristal de voltaje controlado desde la potencia de salida de la etapa de frecuencia intermedia.

20

3. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 2, caracterizadas porque dichos últimos medios incluyen un generador de fase de referencia y un detector de fase, con el detector de fase constituyendo el generador del voltaje de control para el oscilador de cristal de voltaje controlado.

25

4. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 1, caracterizadas porque el receptor de radio incluye un segundo oscilador local controlado por cristal, segundos medios para mezclar

30



5

10

la primera frecuencia intermedia con la potencia de salida del segundo oscilador local para producir una señal de segunda frecuencia intermedia, y medios para demodular la segunda frecuencia intermedia para deducir la información de la señal de llegada, en que el primer oscilador local comprende un oscilador de frecuencia variable controlable por medios independientes manuales y eléctricos y conectados al primer medio mezclador; un oscilador de cristal; y medios que incluyen un detector de fase que conecta el oscilador de frecuencia variable y el oscilador de cristal en una configuración de bucle de fase cerrada, con lo que el primer oscilador local es ajustado en fase y frecuencia al oscilador de cristal.

15

5. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 4, caracterizadas porque el primer oscilador local incluye medios de conmutación para cerrar selectivamente el circuito de bucle de fase cerrada para facilitar una operación controlada por cristal, y para abrir el bucle de fase cerrada para permitir el control manual del oscilador de frecuencia variable.

20

6. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 4, caracterizadas porque el oscilador controlado por cristal del primer oscilador local ofrece la propiedad de variar de frecuencia como función de un voltaje aplicado, y el receptor incluye medios para derivar un voltaje de control que represente la desviación física de la señal de frecuencia intermedia con respecto a una referencia de fase en que el voltaje de control es aplicado para variar la frecuencia del oscilador de cristal de voltaje controlado y con lo que la fase ajusta el receptor a la señal de llegada.

25

30

7. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 6, caracterizadas porque los medios derivadores del voltaje de control



incluyen un generador de referencia de fase y un detector de fase conectado al generador de la referencia de fase y a la etapa de frecuencia intermedia.

5 8. Mejoras en receptores superheterodinos de radio según la Reivindicación 1, caracterizadas porque comprenden un oscilador controlado por cristal de amplia gama de frecuencia, que incluye: un oscilador de frecuencia variable con tomas de control de sintonía eléctricas y manuales; un primer oscilador de cristal; un mezclador para combinar la potencia de salida del oscilador de frecuencia variable y el primer oscilador de cristal; un segundo oscilador de cristal que constituye una referencia de fase; medios para comparar la fase de la salida del mezclador con la salida del segundo oscilador de cristal; y medios para aplicar la potencia de salida del comparador físico a la entrada del control eléctrico del oscilador de frecuencia variable para ajustar el oscilador de frecuencia variable en fase y en frecuencia al segundo oscilador de cristal.

20 9. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 8, caracterizadas porque incluyen medios de conmutación para inhabilitar la conexión entre los medios de comparación física y el oscilador de frecuencia variable para permitir que el oscilador de frecuencia variable sea variado manualmente de frecuencia.

25 10. Mejoras de acuerdo con la Reivindicación 8, caracterizadas porque el segundo oscilador de cristal incluye un cristal que ofrece la propiedad de variar la frecuencia como función de un voltaje exteriormente aplicado, con lo que puede controlarse electricamente la referencia de fase y frecuencia del dispositivo.

30 11. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "MEJORAS EN LOS RECEPTORES SUPERHETERODINOS DE RADIO".



1

Todo conforme queda descrito, ilustrado en los adjuntos dibujos y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de quince páginas mecanografiadas por una sola cara.

5

Madrid, 26 de Septiembre de 1966

BERNARDO UNGRIA

P.P.

