

340998



MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE
INVENCION EN ESPAÑA POR: "MEJORAS EN UN RECEP-
TOR DE CORRELACION" A NOMBRE DE STANDARD ELEC-
TRICA, S.A. CON DOMICILIO EN MADRID, CALLE DE
RAMIREZ DE PRADO Nº 5

Este invento se refiere a un receptor y más particularmente a un receptor mejorado que utiliza la técnica de correlación para detección de una señal que tiene una amplitud característica predeterminada, que está totalmente rodeada de ruido.

5 Se sabe que puede disminuirse la anchura de banda de un receptor o que se pueden utilizar técnicas de correlación en un receptor para aumentar sustancialmente el alcance de comunicación de una potencia transmitida fija, o para permitir una disminución de la potencia transmitida para una distancia dada entre receptor y
10 transmisor. Sin embargo, la técnica de disminución de anchura de banda está limitada por la anchura de modulación de la información. En el caso de desviación Doppler u otra desviación de frecuencia de la frecuencia portadora, la banda de paso del receptor debe ser lo suficientemente ancha para que pueda acomodar la desviación de frecuencia
15 máxima esperada. La desviación Doppler se experimentará en

./..

340118

2.



las comunicaciones espaciales o de aeronave, o en la detección por radar de objetos móviles.

Para permitir la utilización de detección sincrónica en un receptor, es necesario que la frecuencia portadora recibida se convierta exactamente a la frecuencia local o de referencia del receptor de forma que pueda detectarse la modulación. Esto es especialmente cierto cuando la señal que tiene que detectarse está rodeada de ruido. Una forma de conseguir ésto es la utilización de un sistema de fijación de fase. Sin embargo, el sistema de fijación de fase no puede sincronizarse, o fijarse, para desviaciones rápidas de frecuencia puesto que requiere una banda muy estrecha, filtro paso bajo, del orden de un ciclo por segundo, para producir un voltaje de corriente continua de salida que controle el oscilador local para la fijación entre la señal recibida y la señal local de referencia. En segundo lugar, en un sistema de fijación de fase, hay una limitación en el margen de arrastre de frecuencia, es decir, una limitación de la separación entre la señal recibida y la señal local de referencia que limita la precisión o posibilidad de conseguir la fijación deseada.

Otro sistema de detectar una señal recibida entre ruido es por medio de las técnicas de correlación cruzada. Las técnicas de correlación tienen la desventaja de que no pueden usarse cuando hay cambio Doppler u otra causa de desviación de la frecuencia portadora recibida.

Un objeto del presente invento es proporcionar un nuevo tipo de receptor que utiliza técnicas de correlación para detectar señales sumergidas en ruido, aunque la frecuencia portadora de la señal recibida experimente una desviación de frecuencia por efecto Doppler u otras causas.

Las ventajas del receptor objeto de este invento sobre los sistemas

./..



de fijación de fase son que puede responder a una señal recibida
cuya frecuencia portadora esté variando rápidamente con relación a
la frecuencia local de referencia, por la pequeña constante de tiem-
po que precede al conjunto de correlación y porque no tiene limita-
50 ción en el margen de arrastre de frecuencia como en los sistemas de
fijación de fase. Esta última ventaja permite al receptor detectar
una señal que está separada de la frecuencia de referencia cualquier
cantidad dentro de la banda de paso del receptor.

Una característica de este invento es la provisión de un
55 receptor para detectar una primera señal sumergida en ruido en el
que la primera señal tiene una característica de amplitud predeter-
minada y una frecuencia portadora cuyo valor está sujeto a desvia-
ciones de frecuencia interferentes que comprende una fuente de la pri-
mera señal, una fuente de señal de referencia que tiene una frecuen-
60 cia igual al valor sin desviación de la frecuencia portadora de la
primera señal, medios convertidores de frecuencia acoplados a ambas
fuentes, un modulador de amplitud acoplado a la fuente de la primera
señal y a los medios convertidores, y un correlator acoplado al modu-
lador y al generador de señal de referencia para producir una señal
65 de salida proporcional a la amplitud característica de la primera
señal.

Debe señalarse que la característica de amplitud predeter-
minada de la primera de las señales recibidas puede ser de amplitud
constante o cambiante lentamente, como ocurriría en un sistema de
70 radar en el que la señal de eco tiene una amplitud que depende de
la distancia al objeto detectado desde el receptor, o puede ser una
modulación de amplitud característica cuya información se llama por
medio de modulación de amplitud de la señal portadora que puede ser
pulsada u onda continua (C.W).

75 Otras características de este invento son la provisión



de un rectificador de toda onda acoplado a las entradas del primer correlator, de forma que los cambios rápidos en el ángulo de fase de banda lateral de las dos entradas al correlator fluctuarán solamente entre cero y algún nivel máximo mas que entre un valor negativo y un valor positivo por los cambios de ángulo de fase entre mas
80 180° y menos 180°; y un bucle de control de fase que comprende un segundo correlator que tiene una entrada acoplada a la salida del modulador de amplitud y un cambiador de fase controlado acoplado entre el generador de señal de referencia y la otra entrada al se-
85 gundo correlator en que el cambiador de fase controlado está controlado por el voltaje continuo resultante en la salida del segundo correlator para asegurar una fijación de fase de 90° entre la señal de referencia y la señal de salida del modulador de amplitud, o en otros términos, la primera señal, con un cambiador de fase de 90°
90 fijo acoplado entre la salida del cambiador de fase controlado de voltaje y la entrada al primer correlator que produce la señal de salida del sistema.

Las antes mencionadas y otras características y objetos de este invento quedarán mas claras lo mismo que el invento en sí
95 con relación a la descripción siguiente dada de acuerdo con los dibujos que se acompañan en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloque de un receptor de acuerdo con los principios de este invento; y

La figura 2 es un diagrama de bloque sustituido por los
100 componentes a la derecha de la línea A-A de la figura 1 para ilustrar otra realización del presente invento.

La figura 1 representa un receptor que incorpora los principios del presente invento. Una señal recibida es detectada por la antena 1 y acoplada al mezclador 2 que en cooperación con el
105 oscilador local 3 produce una frecuencia de batido para su aplicación



al amplificador 4 de IF (frecuencia intermedia). Estos componentes pueden considerarse como la primera fuente de primera señal rodeada de ruido teniendo la primera señal una característica de amplitud predeterminada y una frecuencia portadora cuyo valor está sometido a desviaciones de frecuencia interferentes.

La segunda fuente de señal de referencia que tiene una frecuencia igual al valor sin desviar de la frecuencia portadora de la primera señal comprende el generador de señal 5 acoplado al mezclador 6 que junto con el oscilador local 3 produce una frecuencia de batido para aplicación al amplificador de IF 7.

La señal recibida por la antena 1 puede ser una señal eco de radar, que indica la distancia entre el objeto detectado y el receptor, de un sistema de radar que tiene un transmisor que transmite una señal que tiene una frecuencia igual a la frecuencia a la salida del generador 5. La señal del generador 5 sería en este caso la salida del transmisor de radar. Por otra parte, sin embargo, el receptor de este invento no está limitado a receptores de radar sino que puede utilizarse en receptores de comunicaciones de modulación de amplitud de radio o de señal eléctrica tales como los sistemas de corrientes portadoras utilizados en los sistemas de transmisión sobre líneas de alta tensión o similares.

Las señales de salida de los amplificadores 4 y 7, la primera señal rodeada de ruido y la señal de referencia, respectivamente, están acoplados a un segundo detector 8 que produce en su salida una frecuencia de batido derivada de la diferencia entre las frecuencias portadoras de las señales en la salida de los amplificadores 4 y 7.

La salida del detector 8 se acopla a un modulador de amplitud 9 que tienen su otra entrada acoplada a la salida del amplificador 4. La salida del modulador 9 se acopla a un rectificador de



onda completa 10 y de aquí a un correlator 11 que comprende un mul-
 tiplicador 12 y un filtro paso bajo 13. La otra salida del correla-
 tor 11 o multiplicador 12 se acopla a un rectificador de onda com-
 pleta 13 que tiene su entrada acoplada a la salida del amplificador
 140 7. La salida del correlator 11, en otros términos, la salida del
 filtro paso bajo 13 se considera la salida del sistema y será una
 señal de corriente continua, una señal de corriente continua varia-
 ble, o una señal modulada proporcional a la señal de modulación de
 la señal recibida en la antena 1.

145 Considerando con mayor detalle la señal de salida del
 segundo detector 8 se encuentra que la señal de salida consiste en
 una envolvente de baja frecuencia que tiene una frecuencia f_6 sin
 degradación en la relación señal ruido de la señal débil. Puesto que
 la señal de referencia a la salida del amplificador 7 es mucho mayor
 150 en magnitud que la de la primera señal a la salida del amplificador
 4, estas dos señales se suman linealmente en el segundo detector y
 producen un pequeño porcentaje de modulación de amplitud de la fre-
 cuencia de batido f_6 . Por la relación de amplitud de f_4 y f_5 se evi-
 ta cualquier distorsión no lineal en el segundo detector.

155 La acción que tiene lugar en el segundo detector 8 puede
 demostrarse matemáticamente como sigue:

Supongamos $R \text{ sen } w_4 t =$ señal de referencia, y

$A \text{ sen } w_5 t =$ primera señal,

en la que R es igual a la amplitud de la señal de referencia, A a la
 160 amplitud de la primera señal, $w_4 = 2\pi f_4$ y $w_5 = 2\pi f_5$

La adición lineal de la señal de referencia y la primera da:

$$R \text{ sen } w_4 t + A \text{ sen } w_5 t \quad (1)$$

Disponiendo de otra forma la ecuación (1) y usando iden-
 tidades trigonométricas, se obtiene lo siguiente:

165 $\text{sen } w_4 t + m \text{ sen } w_5 t = P \text{ sen } w_6 t \quad (2)$

./..



en la que

$$m = \frac{A}{R}; P^2 = 1 + m^2 + 2 m \cos (w_5 - w_4)t \text{ y } w_6 = 2 f_6$$

Si m es pequeño porque $R \gg A$ entonces,

$$P^2 = 1 + 2 m \cos (w_5 - w_4)t \quad (3)$$

170 Resolviendo la ecuación (3) para p , se obtiene lo siguiente:

$$P = [1 + 2 m \cos (w_5 - w_4)t]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

Por el teorema del binomio y utilizando solamente los dos primeros términos de la serie, la ecuación (4) se convierte en:

$$P = 1 + m \cos (w_5 - w_4)t \quad (5)$$

175 Finalmente, sustituyendo la ecuación (5) en la ecuación (2), se obtiene:

$$\text{sen } w_4 t + m \text{ sen } w_5 t = [1 + m \cos (w_5 - w_4)t] \text{ sen } w_6 t \quad (6)$$

Si $m \ll 1$, la ecuación (6) se reduce entonces a:

$$\text{sen } w_4 t = \text{sen } w_6 t \quad (7)$$

180 que indica que w_6 es aproximadamente igual a w_4 y por lo tanto f_6 aproximadamente igual a f_4 .

La salida del detector 8, que es f_6 , se utiliza para modular en amplitud la señal desviada de frecuencia f_5 en el modulador de amplitud 9. En este circuito, del receptor se elimina el efecto de variación Doppler y permite la utilización del correlator 11 para extraer la primera señal del ruido en que está sumergida para producir la señal de salida del sistema y de aquí, una relación señal ruido mejorada. La señal de salida del modulador 9 consiste en la portadora f_5 , las bandas laterales superior e inferior, y los productos de distorsión. La banda de frecuencia deseada es $f_5 - (f_5 - f_4)$ si f_5 es mayor que f_4 o $f_5 + (f_4 - f_5)$ si f_4 es mayor que f_5 . La banda lateral extraída del modulador 9 se multiplica por la señal de referencia f_4 y el producto consiste en un término de señal de corriente continua, o una señal variable de corriente continua

185

190

195 en una forma de señal de modulación más ruidosa, distorsión y un se-



gundo armónico de la frecuencia f_4 . El filtro paso bajo 13 del correlator 11 extrae la corriente continua o señal de modulación de baja frecuencia para ser utilizada en la salida de información del receptor. Lo que sigue es una demostración matemática de la cancelación de la desviación de frecuencia de la frecuencia portadora de la señal recibida ($f_2 + n$, siendo N igual al ruido) en la salida del modulador de amplitud y que permite la utilización de técnicas de correlación para recuperar la característica de amplitud de la primera señal y así la señal recibida.

205

$$f_2 = f_1 \pm Df \quad (8)$$

en la que f_1 es la frecuencia de la señal de la fuente 5 y Df es igual a la desviación de frecuencia de f_1 por variación por efecto Doppler u otras causas de la desviación de frecuencia de la portadora. El oscilador local 3 produce una señal que tiene una frecuencia f_3 . La señal de salida del amplificador de IF 4 es igual a la primera señal $f_5 + N$, en la que

210

$$f_5 = f_2 - f_3 = (f_1 \pm Df) - f_3 \quad (9)$$

La señal de referencia f_4 en la salida del amplificador de IF 7 es igual a $f_1 - f_3$.

215

La salida del segundo detector 8 es

$$f_6 + N + D = f_5 - f_4 + N + D \quad (10)$$

en la que D es igual a la distorsión.

Ahora, si $f_5 > f_4$ la salida del modulador 9 es

$$f_5 - (f_5 - f_4) + N + D = f_5 - f_5 + f_4 + N + D = f_4 + N + D \quad (11)$$

220

Como se ha indicado en la ecuación (11), f_5 está cancelada en la salida del modulador 9. Viendo la ecuación (9) se ve que la cancelación de f_5 , cancela Df , y genera f_4 , permitiendo por lo tanto la detección de la amplitud de la primera señal por técnica de correlación cruzada en el correlator 11.

225

Suponiendo ahora que $f_4 > f_5$, la salida del modulador 9 es

./..



$$f_5 + (f_4 - f_5) + N + D = f_4 + f_5 - f_5 + N + D = f_4 + N + D \quad (12)$$

De nuevo en estas condiciones, se cancela f_5 como se ha indicado en la ecuación 12, resultando de la cancelación de Df , la generación de f_4 y por lo tanto permitiendo la detección de la amplitud de la primera señal por técnicas de correlación cruzada.

En el receptor de la figura 1, los cambios muy rápidos de la frecuencia recibida f_2 provocan cambios rápidos en el ángulo de fase de la banda lateral, por ejemplo, $f_5 - (f_5 - f_4)$. En un multiplicador convencional, como el multiplicador 12, estos cambios de ángulo de fase entre las dos entradas provocan que el voltaje de salida de corriente continua del correlator 11 invierta la polaridad cuando cambia el ángulo de fase de $+180^\circ$ a menos 180° . Esta dificultad se elimina en el receptor de la figura 1 utilizando rectificadores de onda completa 10 y 13 en las dos entradas del multiplicador 12 de forma que el voltaje de salida del filtro paso bajo 13 pueda fluctuar solamente entre cero y un nivel máximo.

El tiempo de respuesta después de la multiplicación en el multiplicador 12 del receptor de la figura 1 y después de la comparación de fase del sistema de fijación de fase está determinada por el filtro paso bajo que está diseñado a una frecuencia de corte lo suficientemente alta para acomodar la información. Sin embargo, en el receptor de la figura 1, el tiempo de respuesta delante del multiplicador 12 es extremadamente corto, siendo determinado esencialmente por la constante de tiempo del segundo detector 8. Por otra parte, en el sistema de fijación de fase el bucle de control tiene una constante de tiempo de aproximadamente un segundo para eliminar ruidos y evitar que el oscilador local de referencia fije en el bucle una señal de frecuencia variable rápidamente.

Además, el receptor de la figura 1 no utiliza un oscilador local de referencia en un bucle de fijación de fase, y así no



hay problema de margen de arrastre de frecuencia como en el sistema de fijación de fase en el que el oscilador local de referencia está incluido en el bucle de fijación de fase.

En el receptor de la figura 1, no se ha intentado llevar la señal f_1 del generador 5 ó la señal local de referencia f_4 a un sincronismo exacto de fase con la señal recibida f_2 o la primera señal f_3 ; respectivamente. La salida de corriente continua del filtro paso bajo 13 dependerá de la diferencia de fase relativa entre las dos señales en el multiplicador de forma que la detección óptima de las señales con ruido no ocurrirá en todo instante.

La figura 2 representa una disposición que comprende una adición de circuitos al receptor de la figura 1 para obtener la detección óptima de la señal rodeada de ruido pero sin limitación del margen de arrastre de frecuencia. Debe señalarse, sin embargo, que el tiempo de respuesta de la figura 2 está aumentado por el dispositivo de fijación de fase. Al describir la figura 2, los circuitos comunes de las figuras 1 y 2 utilizarán las mismas referencias, recordándose por supuesto que los componentes que están a la derecha de la línea A-A de la figura 1 se han quitado y se han sustituido por los componentes de la figura 2.

Como en la disposición de la figura 1, el segundo detector 8 está acoplado al amplificador de IF 4 y también a la salida del amplificador de IF 7 para producir una salida para acoplamiento al modulador de amplitud 9 cuya amplitud modula la salida del amplificador de IF 4. La salida del modulador de amplitud 9 se acopla al correlator 11 para producir la salida del sistema, una señal de corriente continua o una señal de modulación de amplitud de baja frecuencia. Los circuitos adicionales acoplados a la salida del amplificador 9 y a la salida del mezclador 6 son para asegurar una igualdad de fase entre f_6 y f_4 . Esto se consigue utilizando un segundo



correlator 14 que incluye un multiplicador 15 y un filtro paso bajo 16, un cambiador de fase de voltaje controlado 17 y un cambiador de fase fijo de 90°, 18.

El amplificador de IF 19 acopla la salida del mezclador 6 al cambiador de fase controlado en tensión 17 que hace que f_4 tenga una fase de 90° (por ejemplo en adelante) con la salida de señal portadora del modulador 9. Entonces se acopla la salida del cambiador de fase 17 al multiplicador 15 que a su vez se acopla a la salida del modulador de amplitud 9 para producir un voltaje de control en la salida del filtro paso bajo 16. Esta disposición actúa esencialmente como un servo-bucle puesto que se obtiene un voltaje de control de corriente continua nulo para la relación de cuadratura deseada. El cambiador de fase fija de 90°, 18 (retraso, por ejemplo) se acopla a la salida del cambiador de fase 17 para poner la señal de referencia f_4 en fase con la señal aplicada al correlator 11 procedente del amplificador 9. Con esta disposición la salida del modulador de amplitud 9 y la señal de referencia f_4 están en sincronismo de fase dando la salida máxima posible de corriente continua del filtro paso bajo 13 y, por lo tanto, la relación señal ruido de salida máxima. Sin embargo, el filtro paso bajo del correlator 14 tiene una gran constante de tiempo y los circuitos añadidos son, por lo tanto, útiles sólo para recibir señales que varían en frecuencia lentamente relativamente, del orden de un ciclo por segundo. Sin embargo, debe señalarse que el sistema es totalmente operativo con salida de 13 para una señal de portadora de desviación rápida recibida pero con una relación señal ruido reducida.

Aunque en lo que antecede se han descrito los principios del invento con relación a aparatos específicos, se sobreentiende que esta descripción se ha hecho únicamente a título de ejemplo y no como una limitación del alcance del invento como se establece en



los objetos precedentes y en las reivindicaciones que se acompañan.

Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Estados Unidos el 3 de Mayo de 1966 señalada con el nº. 547.276 y se acoge, por lo tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

----- N O T A -----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

1.- Mejoras en un receptor de correlación para detectar una primera señal rodeada de ruido, teniendo dicha señal una característica de amplitud predeterminada y una frecuencia portadora cuyo valor está sujeto a una desviación de frecuencia interferente, que comprende:

una primera fuente de dicha primera señal;
una segunda fuente de una señal de referencia que tiene una frecuencia igual al valor sin desviar de dicha frecuencia portadora;

medios convertidores de frecuencia acoplados a dichas fuentes primera y segunda;

un modulador de amplitud acoplado a dicha primera fuente y a dichos medios convertidores; y

un primer correlator acoplado a dicho modulador y dicha segunda fuente para producir una señal de salida proporcional a dicha característica de amplitud de dicha primera señal.

2.- Un receptor como el del punto I que además comprende:

un primer rectificador de onda completa acoplado entre dicho modulador y dicho primer correlator; y

un segundo rectificador de onda completa acoplado entre dicha segunda fuente y dicho primer correlator.

./..



345

3.- Un receptor como el del punto I que además comprende un cambiador de fase de voltaje controlado acoplado a dicho segunda fuente;

350

un cambiador de fase de cambio de fase fijo acoplado entre dicho cambiador de fase de voltaje controlado y dicho primer correlator;

355

primeros medios acoplados a la salida de dicho modulador y la salida de dicho cambiador de fase de voltaje controlado para producir una señal de control proporcional a la diferencia de fase entre dicha señal de referencia y dicha primera señal; y

segundos medios para acoplar dicha señal de control a dicho cambiador de fase de voltaje controlado para mantener dicha primera señal y dicha señal de referencia con una relación de fase predeterminada.

360

4.- Un receptor como el del punto 3 en el que dicho cambiador de fase comprende un cambio de fase fijo de 90° , y

dicho cambiador de fase de voltaje controlado está controlado en voltaje por dicha señal de control para establecer dicha relación predeterminada de fase en 90° .

365

5.- Un receptor como el del punto 4 en el que dichos primeros medios comprenden un segundo correlator.

370

6.- Un receptor como el del punto 5 en el que dicho segundo correlator comprende

un multiplicador acoplado a la salida de dicho modulador y la salida de dicho cambiador de fase controlado en voltaje, y

un filtro paso bajo acoplado entre dicho multiplicador y dichos segundos medios.

7.- Un receptor como el del punto 1 en que dicho primer correlator comprende



75

un primer multiplicador que tiene dos entradas, estando acoplada una de dichas entradas a dicho primer multiplicador a dicho modulador y la otra de dichas entradas de dicho primer multiplicador a dicha segunda fuente, y

380

un primer filtro paso bajo acoplado a la salida de dicho primer multiplicador.

8.- Un receptor como el del punto 7 que además comprende un primer rectificador de onda completa acoplado entre dicho modulador y dicha primera entrada de dicho primer multiplicador, y

385

un segundo rectificador de onda completa acoplado entre dicha segunda fuente y dicha otra entrada de dicho primer multiplicador.

390

9.- Un receptor como el del punto 7 que además comprende un primer conductor acoplado entre dicho modulador y dicha entrada una de dicho primer multiplicador;

un cambiador de fase controlado en voltaje acoplado a dicha segunda fuente;

395

un cambiador de fase fijo de 90 grados acoplado entre dicho cambiador de fase de voltaje controlado y dicha otra entrada de dicho primer multiplicador;

400

un segundo correlator acoplado a la salida de dicho modulador y la salida de dicho cambiador de fase controlado en voltaje para producir una señal de control proporcional a la diferencia de fase entre la señal en la salida de dicho modulador y la señal de la salida de dicho cambiador de fase controlado en voltaje, y

un segundo conductor que acopla dicha señal de control a dicho cambiador de fase controlado en voltaje para mantener una relación de 90° entre la señal en la salida de dicho modulador y la señal en la salida de dicho cambiador de fase controlado en voltaje.

405

340118

15.



405

10.- Un receptor como el del punto 9 en el que dicho segundo correlator comprende

un segundo multiplicador que tiene dos entradas, estando conectada una de dichas entradas de dicho segundo multiplicador directamente a la salida de dicho modulador y la otra de dichas entradas de dicho segundo multiplicador está conectada directamente a la salida de dicho cambiador de fase fija, y

un segundo filtro paso bajo conectado directamente entre la salida de dicho segundo multiplicador y dicho cambiador de fase controlado en voltaje.

415

11.- Mejoras en un receptor de correlación.

Tal y como se describe en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta memoria consta de 15 hojas escritas por una sola cara.

Madrid,

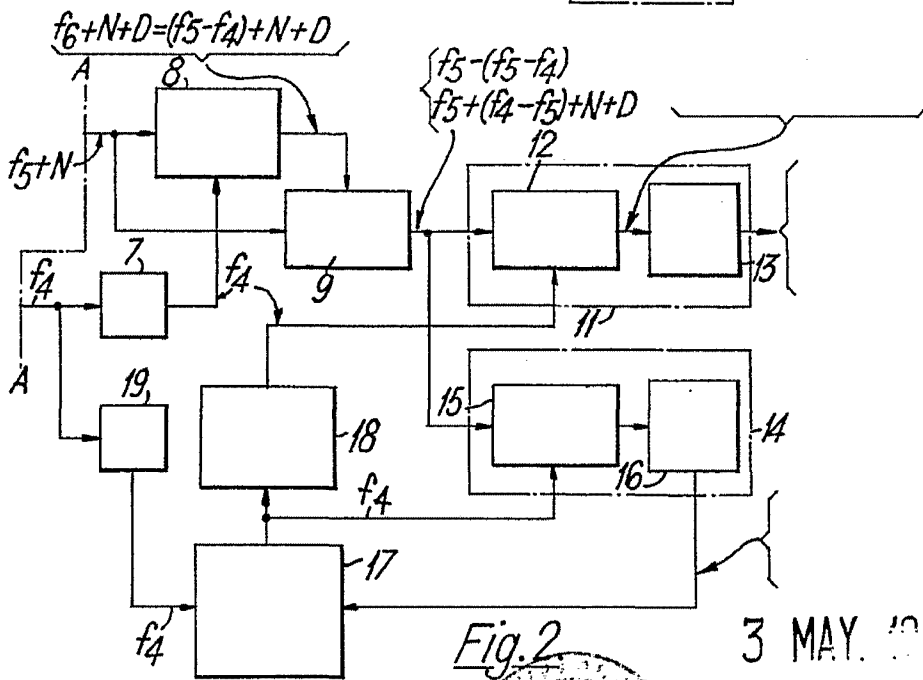
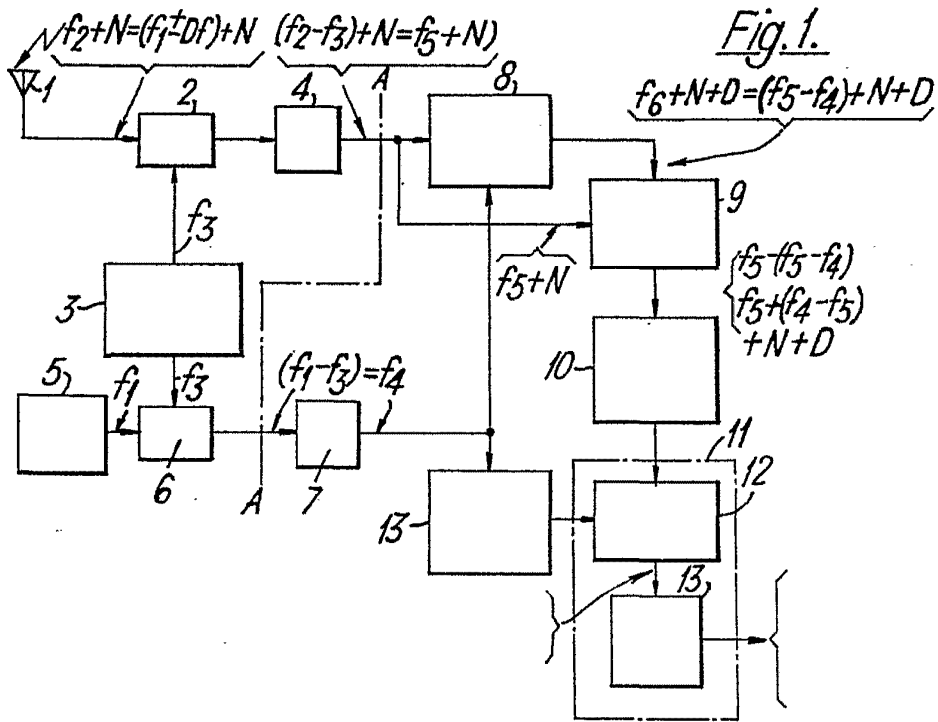
3 MAY. 1967



Eugenio Darruso
EUGENIO DARRUSO
Secretario General

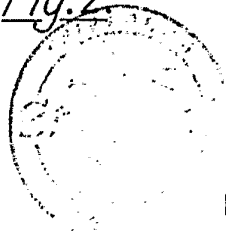


340118



3 MAY. 1967

Fig. 2



Silva
 EUGENIO SILVA
 Secretario General