



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 270 450**

(51) Int. Cl.:  
**H04L 27/26** (2006.01)  
**H04L 25/03** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **97310598 .4**  
(86) Fecha de presentación : **24.12.1997**  
(87) Número de publicación de la solicitud: **0851642**  
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.1998**

(54) Título: **Receptor multiportadora con compensación del desplazamiento de frecuencia y de la distorsión dependiente de la frecuencia.**

(30) Prioridad: **24.12.1996 JP 8-343204**

(73) Titular/es: **SHARP KABUSHIKI KAISHA**  
**22-22 Nagaike-cho, Abeno-ku**  
**Osaka-shi, Osaka-fu 545-0013, JP**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.04.2007**

(72) Inventor/es: **Komaki, Shozo;**  
**Okada, Minoru y**  
**Kawabe, Takeshi**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.04.2007**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 270 450 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Receptor multiportadora con compensación del desplazamiento de frecuencia y de la distorsión dependiente de la frecuencia.

**Antecedentes de la invención****(1) Campo de la invención**

La presente invención está relacionada con un método de demodulación para la modulación en cuadratura multi-frecuencia en las comunicaciones radioeléctricas digitales.

**(2) Descripción del arte previo**

La técnica de la modulación en cuadratura multi-frecuencia que presenta una gran resistencia a la distorsión multi-trayecto ha sido investigada en los campos de la radiodifusión digital de ondas terrestres, en las comunicaciones radioeléctricas móviles digitales de alta velocidad, y en la transmisión de subportadoras. La técnica de la modulación en cuadratura multi-frecuencia es un método para la transmisión de datos digitales mediante la transmisión multiplexada de frecuencias, utilizando una pluralidad de frecuencias de ondas portadoras, las cuales están distribuidas en intervalos del recíproco de un periodo de símbolos.

La figura 1 muestra una configuración de un método convencional de la modulación en cuadratura multi-frecuencia. La operación del método convencional de la modulación en cuadratura multi-frecuencia se describirá de ahora en adelante con referencia a la figura 1.

La señal digital binaria que se introduce desde un terminal de entrada 1 en un transmisor 10 se procesa en un modulador digital 11, en donde la señal de entrada se modula en fase (modulada en PSK: modulación por desplazamiento de fase) o modulada en amplitud en cuadratura (modulada en QAM: modulación en amplitud en cuadratura) con el fin de convertirla en un símbolo de banda baja equivalente de la señal.

El símbolo modulado es introducido en un convertidor serie-paralelo (S/P) 12, en donde se convierte en un número N de flujos de símbolos, los cuales tienen una velocidad de transmisión 1/N con un valor equivalente al flujo de símbolos de entrada. Estos flujos se procesan en un transformador de Fourier discreto inverso (IDFT) 13, en donde los flujos de los símbolos se incrustan en subportadoras que tienen las correspondientes frecuencias y se configuran para su salida.

La señal de salida es una señal suma de una pluralidad de señales moduladas, las cuales están distribuidas en intervalos del recíproco del periodo de los símbolos. La señal de salida del IDFT 13 se convierte en datos en serie mediante un convertidor paralelo-serie 14. Los intervalos de guarda se insertan en los datos convertidos mediante una sección 15 de inserción de los intervalos de guarda.

La señal con los intervalos de guarda insertados se modula en cuadratura a continuación mediante un modulador en cuadratura 16, y la señal resultante se obtiene a la salida del terminal de salida 2 de la señal modulada con el fin de ser transmitida.

El receptor 20 opera en el orden inverso al ejecutado en el transmisor 10, con el fin de interpretar el flujo de datos transmitidos. En primer lugar, la señal recibida es introducida desde el terminal 3 de entrada, y se remodula en cuadratura mediante un demodulador de cuadratura 21. En la señal remodulada en cuadratura se extraen los componentes del intervalo de guarda a través de un extractor de los intervalos de guarda 22.

La señal síncrona de símbolos se genera por un circuito 27 de generación de la señal síncrona de símbolos. La señal en la cual se hayan extraído los intervalos de guarda se convierten en datos en paralelo mediante un circuito 23 de conversión de serie-paralelo. Los datos convertidos son introducidos en un transformador de Fourier discreto (DFT) 24. En el circuito DFT 24, la señal recibida se separa en las señales de banda baja equivalentes, correspondientes cada una a un subcanal, con el fin de obtenerlas a la salida como datos en paralelo que comprenden N símbolos.

Estos símbolos se convierten en datos en serie originales mediante un convertidor paralelo-serie (P/S) 25, y siendo sometidos entonces a una evaluación por un demodulador digital 26 para verificar si son de una señal PSK o de una señal QAM. El resultado se obtiene a la salida del terminal de salida de los datos recibidos.

En el método de modulación en cuadratura multi-frecuencia, la velocidad de transmisión para cada subcanal es suficientemente baja, de forma que la señal estará poco afectada por las ondas de pasos múltiples retardadas. Además de ello, se proporcionan intervalos de guarda con el fin de eliminar complemente la interferencia intra-código debido a las ondas retardadas. La figura 2 muestra una forma de onda global de una señal modulada en el método de modulación en cuadratura multi-frecuencia.

Tal como se comprenderá a partir de la figura 2, el intervalo de guarda tiene la misma forma de onda interpuesta que en el extremo posterior de la señal de intervalo de observación. La provisión del intervalo de guarda previene

la interferencia debido a que las ondas retardadas que hayan sido retardadas en la longitud del intervalo de guarda o inferior, hace que sea posible inhibir la degradación de las características de transmisión.

5 Por el contrario, la señal de modulación en cuadratura multi-frecuencia está degradada marcadamente en sus características de transmisión debido al desplazamiento de frecuencia entre el equipo de transmisión y el de recepción, y debido a la variación dependiente con el tiempo en la amplitud y en la fase provocada por el recorrido de propagación.

10 En relación con el desplazamiento de frecuencia y con las variaciones dependientes del tiempo relativamente lentas en la fase, se ha investigado varios métodos de sincronización de la frecuencia y se ha aprobado su validez. No obstante, los métodos convencionales precisan de un tiempo muy prolongado para establecer la sincronización de la frecuencia, de forma que no son efectivos para las variaciones de alta velocidad de la fase.

15 En un recorrido de propagación de fase multi-paso, si se ejecuta la transmisión más allá del ancho de banda de coherencia, la variación dependiente del tiempo en la amplitud y fase de una señal que tenga lugar dentro de su banda de transmisión diferirá de las demás para cada rango de la banda de frecuencias. En consecuencia, es imposible compensar las mismas con los métodos de sincronización de la frecuencia convencionales.

20 Consecuentemente, cuando se recibe una señal de modulación en cuadratura multi-frecuencia, que haya soportado la puesta en fase selectiva de frecuencia y en alta velocidad, la variación dependiente del tiempo en amplitud y fase provocada por el recorrido de la propagación precisará de corrección para cada banda de frecuencias y siendo después remodulada.

### Sumario de la invención

25 Es por tanto un objeto de la presente invención el proporcionar un método de recepción de una señal modulada en cuadratura multi-frecuencia mediante la distorsión de compensación debida a la puesta en fase en alta velocidad selectiva de frecuencia.

30 Los aspectos de la invención se encuentran expuestos en las reivindicaciones adjuntas.

En un método de modulación en cuadratura multi-frecuencia, puesto que la transmisión se realiza por la interposición del intervalo de guarda que tiene la misma forma de onda que el extremo posterior del intervalo de observación, es posible estimar las vibraciones rápidas en amplitud y en fase mediante la comparación de las dos formas de onda.

35 En el método de modulación en cuadratura multi-frecuencia, incluso en el caso en que la banda de transmisión esté dividida en una pluralidad de bandas de frecuencias, será posible remodular solo la señal modulada en una subportadora perteneciente al rango de las bandas separadas.

40 Teniendo en cuenta esta característica en el método de modulación en cuadratura multi-frecuencia, la señal modulada en cuadratura multi-frecuencia puede estar dividida en una pluralidad de bandas de frecuencias, y la forma de onda en el intervalo de guarda ser utilizada para cada banda de frecuencia para estimar y compensar la variación de fase debida a la puesta en fase de pases múltiples.

### Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 es un diagrama de bloques que muestra las configuraciones convencionales del transmisor y el receptor, con la utilización del método de modulación en cuadratura multi-frecuencia;

50 la figura 2 es una forma de onda de la señal modulada en cuadratura multi-portadora;

la figura 3 es un diagrama de bloques que muestra una configuración de un receptor en la primera realización de la invención;

55 la figura 4 es un gráfico característico que muestra las formas generales de las características de frecuencia de los filtros pasabanda de  $21$  a  $2n$  de la figura 3;

la figura 5 es un diagrama de bloques que muestra una sección de una realización de la invención de la estimación del desplazamiento de la sincronización de tiempo/frecuencia de los símbolos;

60 la figura 6 es un diagrama de bloques que muestra un compensador del desplazamiento de frecuencia de una realización de la invención;

la figura 7 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un estimador de la variación del recorrido de propagación de una realización de la invención;

65 la figura 8 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un compensador de la variación del recorrido de propagación de una realización de la invención;

## ES 2 270 450 T3

la figura 9 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un receptor en la segunda realización de la invención; y

la figura 10 es un diagrama de bloques que muestra la configuración de un receptor en la tercera realización de la invención.

### Descripción de las realizaciones preferidas

La realización de la invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra un receptor de una realización de la invención. En esta figura, la entrada de la señal recibida desde el terminal 30 es suministrada a una sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia y a una sección de retardo 32.

La sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia estima la sincronización de tiempos de los símbolos y el desplazamiento de frecuencia. La sección de retardo 32 en la figura 3 retarda la señal recibida en el tiempo requerido para la estimación del desplazamiento de temporización y frecuencia, para suministrar la señal a un compensador de frecuencias 33.

El compensador de frecuencia 33 compensa el desplazamiento de frecuencia, basándose en el desplazamiento de frecuencia estimado y determinado en la sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia.

La compensación del desplazamiento de frecuencia en este caso se ejecuta solamente para el desplazamiento de la frecuencia fijada entre el transmisor y el receptor.

La señal recibida después de la compensación del desplazamiento de frecuencia es introducida a un número  $n$  de filtros pasabanda 40, 41 y 42, de forma que la señal se divida en rangos de bandas de  $n$  partes. Esta característica de la distribución de frecuencias de cada filtro pasabanda se muestra en la figura 14.

La banda de cada filtro pasabanda se configura en torno a un nivel igual o inferior al ancho de banda de coherencia del recorrido de propagación. Las señales divididas son introducidas en las secciones de estimación de la variación 43, 44 y 45, así como también las secciones de retardo 46, 47 y 48. La sección de estimación de la variación estima las variaciones dependientes del tiempo debidas al trayecto de propagación de la puesta en fase.

Cada sección de retardo efectúa el retardo de la señal mediante el tiempo requerido para la estimación y la entrada de la señal al compensador de variación 51, 52 y 53, respectivamente. Los compensadores de variación 51, 52 y 53 compensan las variaciones dependientes del tiempo en las señales, basándose en las variaciones estimadas debidas al trayecto de propagación.

Las señales compensadas se suministran a los transformadores discretos de Fourier 61, 62 y 63 respectivamente, en donde la señal se divide en las señales de los subcanales. Las señales de los subcanales se convierten en datos en serie en el convertidor paralelo-serie 64, 65 y 66, y los datos convertidos se multiplexan entonces en un circuito de multiplexado 37.

La señal multiplexada obtenida en el circuito de multiplexado 37 se determina y se remodula en un demodulador 38, para reproducir los datos transmitidos. El flujo de datos se obtiene a la salida de un terminal de salida 39.

A continuación, la figura 5 es un diagrama de bloques que muestra la sección de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia utilizada en la realización anterior. En la figura 5, la señal recibida es introducida en el terminal de entrada 30 se retarda en un tiempo de observación  $t_s$  en una sección de retardo 70.

La señal de salida de la sección de retardo 70 se suministra a una sección 71 de cálculo del conjugado complejo, en donde se calcula la señal del conjugado complejo. La señal de salida de la sección 71 de cálculo del conjugado complejo, así como también la señal recibida que se introduce desde el terminal de entrada 30 es introducida en el multiplicador complejo 72. La señal de salida del multiplicador es introducida en un filtro 73 de ventana rectangular que tiene una respuesta al impulso rectangular de ancho  $\Delta$ . La salida del filtro 73 de ventana rectangular se suministra a un conmutador 75 de distribución.

La señal de salida del reloj de muestreo 74 es introducida también al conmutador 75 de distribución, en donde la salida del filtro 73 rectangular se distribuye a un número  $n$  de integradores 76, 77 y 78, basándose en la temporización del reloj. Cada integrador calcula la integral de la señal de entrada tomada a través de los intervalos de símbolos  $M$  de la señal en cuadratura multi-frecuencia. Mediante este cálculo se determina la función de probabilidad representada por la fórmula (1).

$$\Lambda(k) = \sum_{m=0}^{m-1} \int_{-\Delta}^0 r^w(t + kt_{\text{samp}} + mT_s) r(t + t_s + kt_{\text{samp}} + mT_s) dt \quad (1)$$

## ES 2 270 450 T3

En donde  $t_{\text{sam}}$  representa un periodo de muestreo;  $t_s$  una longitud del intervalo de observación;  $\Delta$  una longitud del intervalo de guarda; y  $T_s = t_s + \Delta$  representa una longitud de símbolos. Cada salida del integrador es introducida en el detector de pico 80, en donde se determina cual es la salida del integrador que tiene la amplitud máxima. La salida del detector de pico 80 se obtiene a la salida del terminal 82 de salida de la señal de temporización de símbolos.

Al mismo tiempo, esta salida es introducida en un conmutador 79 selector, en donde el integrador que tenga la amplitud máxima es seleccionado a partir de los integradores 76, 77 y 78, y la salida seleccionada se suministra a una sección 81 de cálculo del ángulo de fase. En la sección 81 de calcula del ángulo de fase, se calculan las fases de las señales de salida de los integradores 76, 77 y 78. La señal de salida de la sección 81 de cálculo del ángulo de fase se obtiene a la salida del terminal 83 de salida del valor estimado del desplazamiento de frecuencia.

La figura 6 muestra la configuración del compensador 33 del desplazamiento de frecuencia utilizado en una realización de esta invención. En la figura 6, el valor de estimación del desplazamiento de frecuencia se suministra desde el terminal 90 de entrada del valor de estimación del desplazamiento de frecuencia a un oscilador controlado por voltaje 91, en donde se genera una señal sinusoidal que tiene una frecuencia de conformidad con el desplazamiento de frecuencia.

La señal de salida del oscilador y la señal recibida que es introducida desde el terminal 92 de entrada de la señal recibida, son introducidas conjuntamente a un multiplicador 93. El multiplicador 93 ejecuta una multiplicación compleja y compensa su desplazamiento de frecuencia. La salida del multiplicador 93 se obtiene a la salida del terminal 94 de salida de la señal recibida compensada en frecuencia.

La figura 7 muestra la configuración de las secciones 43, 44 y 45 de estimación de la variación del trayecto de propagación, en una realización utilizada en esta invención. En la figura 7, la señal recibida es introducida desde el terminal 100 de entrada de la señal recibida, es suministrada a la sección de retardo 102, en donde la señal es retardada en el tiempo  $t_s$ . La salida de la sección de retardo se suministra a una sección 103 de cálculo complejo conjugado, en donde se calcula su señal conjugada compleja. La señal de salida de la sección 103 de cálculo complejo conjugado es introducida conjuntamente con la señal de entrada del terminal 100 de entrada de la señal recibida en el multiplicador 104, y se realiza la multiplicación compleja.

La salida del multiplicador 104 es introducida en el filtro 105 de descarga integral, en donde la integral de la salida se calcula basándose en la temporización de los símbolos, que se introduce desde el terminal 101 de entrada de la señal de temporización de símbolos. Además de ello, se suministra la señal de salida del filtro de descarga integral a la sección 106 de cálculo del ángulo de fase. La señal de salida de la sección 106 de cálculo del ángulo de fase es una variación en la fase a través de un intervalo de los símbolos que se muestra en la fórmula (2).

$$\phi = \arg \left( \int_{-\Delta}^0 r^*(t) r(t + t_s) dt \right) \quad (2)$$

La señal recibida que se introduce desde el terminal 100 de entrada de la señal recibida, y la salida de la sección de retardo 102, se suministran también a los detectores de envolvente 107 y 108, respectivamente, en donde se calcula la amplitud de la señal recibida.

Las salidas de los detectores de envolvente 107 y 108 son introducidas en los filtros 109 y 110 de descarga integral, respectivamente, en donde se calcula la integral de la señal, basándose en la temporización de los símbolos introducida desde el terminal 101 de entrada de la señal de temporización de símbolos. Además de ello, la salida del filtro 110 de descarga integral es suministrada a una sección 111 de cálculo recíproco, en donde se calculan los recíprocos. La salida del filtro 110 de descarga integral y la salida de la sección 111 de cálculo recíproco se suministran a un multiplicador 112.

La salida del multiplicador 112 es el valor estimado de la relación de variación de amplitud, a través de un intervalo de símbolos, calculado por la fórmula (3):

$$\lambda = \frac{\int_{-\Delta}^0 |r(t + t_s)| dt}{\int_{-\Delta}^0 |r(t)| dt} \quad (3)$$

La salida del multiplicador 112 y la señal de salida de la sección 106 de cálculo del ángulo de fase se introducen en el convertidor 113 de coordenadas-rectangulares, en donde la señal se convierte en un numero complejo que representa la variación en amplitud y fase, y dando salida a ello desde el terminal 114 de salida del valor estimado.

La figura 8 muestra un circuito de compensación de la variación del trayecto de propagación que se utiliza en una realización de esta invención. La señal de temporización que se introduce desde el terminal 120 de entrada de la señal de temporización de los símbolos se suministra conjuntamente con una señal de impulsos del reloj, que se genera desde el oscilador 124 del reloj de muestreo hasta un contador 125.

## ES 2 270 450 T3

En el contador 125 se genera la señal de temporización que será repuesta a cero mediante la señal de temporización de símbolos. La señal de salida del contador 125 es introducida en la sección 126 de cálculo de la interpolación. El valor estimado de la variación del trayecto de propagación durante el intervalo  $t_s$ , suministrado desde el terminal 121 de entrada de la señal de estimación de la variación del trayecto de propagación se suministra a la sección 126 de cálculo de la interpolación. En la sección 126 de cálculo de la interpolación, el calculo de interpolación se realiza siguiendo la fórmula (4), con el fin de determinar el valor estimado de la variación en la amplitud y fase provocadas por el trayecto de propagación dentro del intervalo de los símbolos.

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{1-t}{t_s} + \lambda \frac{t}{t_s} \quad (4)$$

La estimación de las variaciones del trayecto de propagación determinada por la fórmula (3) es introducida en la sección 127 de cálculo recíproco, en donde se determina su recíproco. La señal de salida de la sección 127 de cálculo recíproco es introducida conjuntamente con la señal recibida del terminal 122 de entrada de la señal recibida a un multiplicador 128, realizándose la multiplicación. La señal de salida del multiplicador se obtiene a la salida del terminal 123 de salida de la señal compensada.

La figura 9 es otra realización de la invención, y se describirá su funcionamiento de ahora en adelante utilizando esta figura. En esta figura, la señal recibida que es introducida desde el terminal de entrada 30 es suministrada a la sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia y de la sección de retardo 32.

La sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia, estima la temporización de los símbolos y el desplazamiento de frecuencia. La sección 32 en la figura 9 retarda la señal recibida en el tiempo requerido para la estimación del desplazamiento de la temporización/frecuencia para suministrar la misma al compensador de frecuencia 33. El compensador de frecuencia 33 compensa el desplazamiento de frecuencia, basándose en la estimación del desplazamiento de frecuencia estimado en la sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia.

La compensación del desplazamiento de frecuencia en este caso se ejecuta solamente para el desplazamiento de la frecuencia fijada entre el transmisor y el receptor. La señal recibida con su desplazamiento de frecuencia compensado es suministrada a un circuito DFT (DET1 67) y se divide en  $n$  bandas. Las señales divididas por DFT1 67 son introducidas en las secciones de estimación de la variación 43, 44 y 45, así como también en las secciones de retardo 46, 47 y 48. La sección de estimación de la variación estima las variaciones dependientes del tiempo en el trayecto de propagación de puesta en fase.

Las secciones de retardo retardan las señales en el tiempo requerido para la estimación y la introducción de las señales en los compensadores de variación 51, 52 y 53, respectivamente.

Los compensadores de variaciones 51, 52 y 53 compensan las variaciones dependientes del tiempo en las señales, basándose en las variaciones estimadas en el trayecto de propagación. La señal después de la compensación se divide en señales de subcanales en los transformadores de Fourier discretos 61, 62 y 63, y después estas señales se convierten en datos en serie en los convertidores paralelo-serie 64, 65 y 66, y después se multiplexan en el circuito de multiplexado 37. La señal multiplexada obtenida del circuito de multiplexado 37 se determina y se remodula en el demodulador 38, con el fin de reproducir los datos transmitidos. El flujo de datos se obtiene a la salida del terminal de salida 39.

La figura 10 muestra otro modo de la realización de la invención. Con referencia a la figura 10, se describirá a continuación su operación. En esta figura, la señal recibida que se introduce desde el terminal de entrada 39 es suministrada al compensador de frecuencia 33. La salida del compensador de frecuencia 33 es introducida en la sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia y en los filtros pasabanda (BPF) 40, 41 y 42.

La sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia estima la temporización de los símbolos y el desplazamiento de frecuencia. El compensador de frecuencia 33 compensa el desplazamiento de frecuencia, basándose en el valor estimado del desplazamiento de frecuencia estimado en la sección 31 de estimación del desplazamiento de temporización/frecuencia (técnica de realimentación).

La compensación del desplazamiento de frecuencia en este caso se ejecuta para solamente el desplazamiento de la frecuencia fijada entre el transmisor y el receptor. La operación siguiente es la misma que en la realización mostrada en la figura 3.

Tal como se ha descrito, de acuerdo con la invención, la sección de desplazamiento de la frecuencia puede realizarse basándose en la técnica de alimentación directa o bien con la técnica de realimentación negativa.

La invención no estará limitada a las realizaciones anteriores, pudiendo cambiarse o modificarse mediante combinaciones, etc.

## ES 2 270 450 T3

Así pues, de acuerdo con la invención, aunque la señal modulada en cuadratura multi-frecuencia pueda variar rápidamente en amplitud y fase a través del trayecto de propagación de puesta en fase multi-trayecto, será posible compensar la variación. Como resultado de ello, esta invención contribuye a suprimir la degradación de las características de la transmisión debido a la variación del trayecto de propagación.

5

En particular, en esta invención, cuando la señal queda afectada no solo por la variación dependiente del tiempo en amplitud y en fase debido a la puesta en fase uniforme sino que también estará afectada por la puesta en fase selectiva de frecuencia, y por tanto la amplitud y fase variarían para las frecuencias individuales, siendo posible compensar esta variación.

10

Así pues, incluso aunque la señal precise de ser recibida durante el desplazamiento, es posible reproducir la señal en una condición mejorada.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato para remodular una señal modulada en cuadratura multi-frecuencia, que comprende:

medios (31) de estimación del desplazamiento de frecuencia para estimar el desplazamiento de frecuencia promedio con respecto a la banda completa de frecuencias de la señal modulada en cuadratura multi-frecuencia;

medios (33) de compensación del desplazamiento de frecuencia para compensar el desplazamiento de frecuencia de la señal modulada en cuadratura multi-frecuencia, basándose en el desplazamiento de frecuencia promedio estimado por los medios (31) de estimación del desplazamiento de frecuencia;

medios de división (40, 41, 42, 67) para dividir la señal modulada en cuadratura multi-frecuencia en la que el desplazamiento de frecuencia ha sido compensado por los medios (31) de compensación del desplazamiento de frecuencia, en diferentes bandas de frecuencia divididas;

medios (43, 44, 45) de estimación de la variación del trayecto de propagación para estimar la variación del trayecto de propagación de cada una de las bandas de frecuencias divididas obtenidas a partir de los medios de división (40, 41, 42);

medios (51, 52, 53) de compensación de la variación del trayecto de propagación para compensar la variación del trayecto de propagación de cada una de las bandas de frecuencias divididas, basándose en la variación del trayecto de propagación estimada por los medios (43, 44, 45) de estimación de la variación del trayecto de propagación;

medios de multiplexado (37) para multiplexar cada salida de la banda de frecuencias dividida compensada por los medios de compensación (51, 52, 53) de la variación del trayecto de propagación; y

medios de demodulación (38) para remodular la salida de los medios de multiplexado (37) para proporcionar una señal remodulada.

2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que para cada banda de frecuencias dividida, los mencionados medios (43, 44, 45) de estimación de la variación del trayecto de propagación comprenden:

medios de retardo (102) para la banda de frecuencias dividida que se obtiene a la salida de los medios de división (40, 41, 42);

medios de cálculo del conjugado complejo (103) para calcular la señal conjugada compleja de la salida de los medios de retardo (102);

medios de multiplicación (104) para multiplicar la banda de frecuencias dividida de la salida de los medios de división mencionados (40, 41, 42) por la salida de los medios (103) de cálculo del conjugado complejo;

medios (111, 112) de cálculo de la división para calcular la división de la salida de la banda de frecuencias dividida que se obtiene a la salida de los medios de división (40, 41, 42) por la salida de los medios de retardo (102); y

medios (113) del conversor de coordenadas, para obtener un valor estimado de la amplitud y la variación en fase con respecto al tiempo de la banda de frecuencias dividida obtenida a la salida de los medios de división (40, 41, 42, 67), basándose en la salida de los medios de multiplicación (104) y la salida de los medios (111, 112) de cálculo de división, para proporcionar una estimación de la variación del trayecto de propagación de la banda de frecuencias dividida.

3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que para cada banda de frecuencias dividida, los mencionados medios (51, 52, 53) de compensación del trayecto de propagación, comprenden:

medios de interpolación para obtener una estimación de la variación del trayecto de propagación para los datos a través de un intervalo de símbolos, mediante la ejecución de una operación de interpolación sobre la estimación de la variación del trayecto de propagación estimado por los medios (43, 44, 45) de estimación de la variación del trayecto de propagación; y

medios (127, 128) de cálculo de la división para calcular una banda de frecuencias dividida compensada por la división de una banda de frecuencias dividida obtenida a la salida de los medios de división (40, 41, 42, 67) por la variación estimada del trayecto de propagación, obtenida a la salida de los medios de interpolación (126).

4. El aparato de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los medios de división son un conjunto de filtros de banda (40, 41, 42).

5. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los medios de división son un sistema DFT (67).

## ES 2 270 450 T3

6. Un método de demodulación de una señal en cuadratura multi-frecuencia, que comprende las etapas de:

estimación del desplazamiento de frecuencia promedio con respecto a la banda completa de frecuencias de una señal modulada en cuadratura multi-frecuencia;

compensación del desplazamiento de frecuencia de la señal modulada en cuadratura multi-frecuencia recibida, basándose en el desplazamiento de frecuencia promedio estimado;

división de la señal modulada en cuadratura multi-frecuencia compensada en frecuencia en diferentes bandas de frecuencia divididas;

estimación de la variación del trayecto de propagación de cada una de las bandas de frecuencia divididas;

compensación de la variación del trayecto de propagación de cada una de las bandas de frecuencia divididas, basándose en la variación del trayecto de propagación estimada;

multiplexado de cada banda de frecuencias dividida compensada para proporcionar una señal multiplexada; y

demodulación de la señal multiplexada para proporcionar una señal demodulada.

7. El método de la demodulación en cuadratura multi-frecuencia de la reivindicación 6, en el que la etapa de estimación de la variación del trayecto de propagación de cada una de las bandas de frecuencias divididas comprende respectivamente las etapas de:

retardar una banda de frecuencias dividida para proporcionar una banda de frecuencias retardada;

determinar el conjugado complejo de la banda de frecuencias retardada;

multiplicar la banda de frecuencias dividida y la conjugada compleja de la banda de frecuencias dividida para proporcionar una señal multiplexada;

dividir la banda de frecuencias dividida por la banda de frecuencias retardada, para proporcionar una salida recíproca; y

obtener una estimación de amplitud y una variación en la fase con respecto al tiempo de la banda de frecuencias dividida, basándose en la señal multiplicada y en la salida recíproca, como una estimación de la variación del trayecto de propagación de la banda de frecuencias dividida.

8. El método de la reivindicación 6, en el que la etapa de compensación de la variación del trayecto de propagación de cada una de las bandas de frecuencias divididas comprende las etapas de:

obtener una estimación de la variación del trayecto de propagación para los datos a través de un intervalo de símbolos, mediante la ejecución de una operación de interpolación sobre una estimación de la variación del trayecto de propagación; y

calcular una banda de frecuencias dividida compensada, mediante la división de una banda de frecuencias dividida por la variación estimada del trayecto de propagación.

FIG.1 ARTE PREVIO

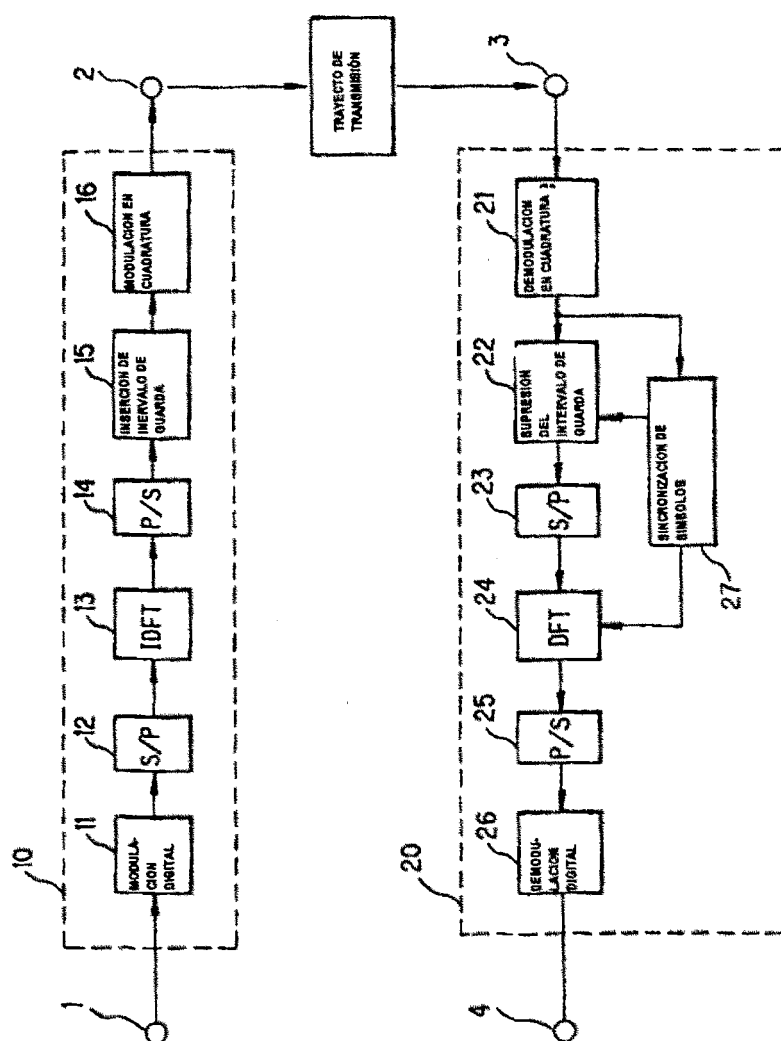


FIG.2 ARTE PREVIO

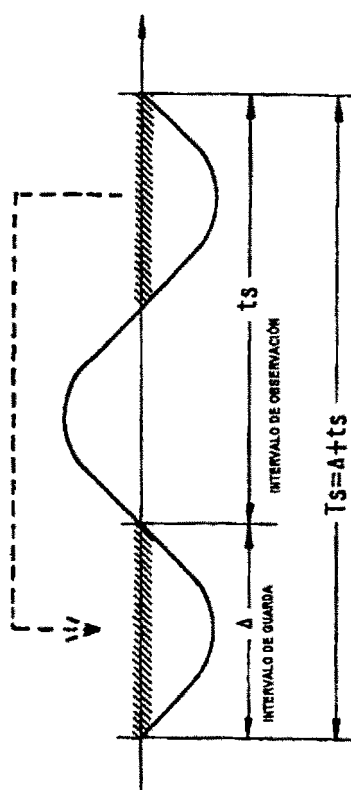


FIG.3

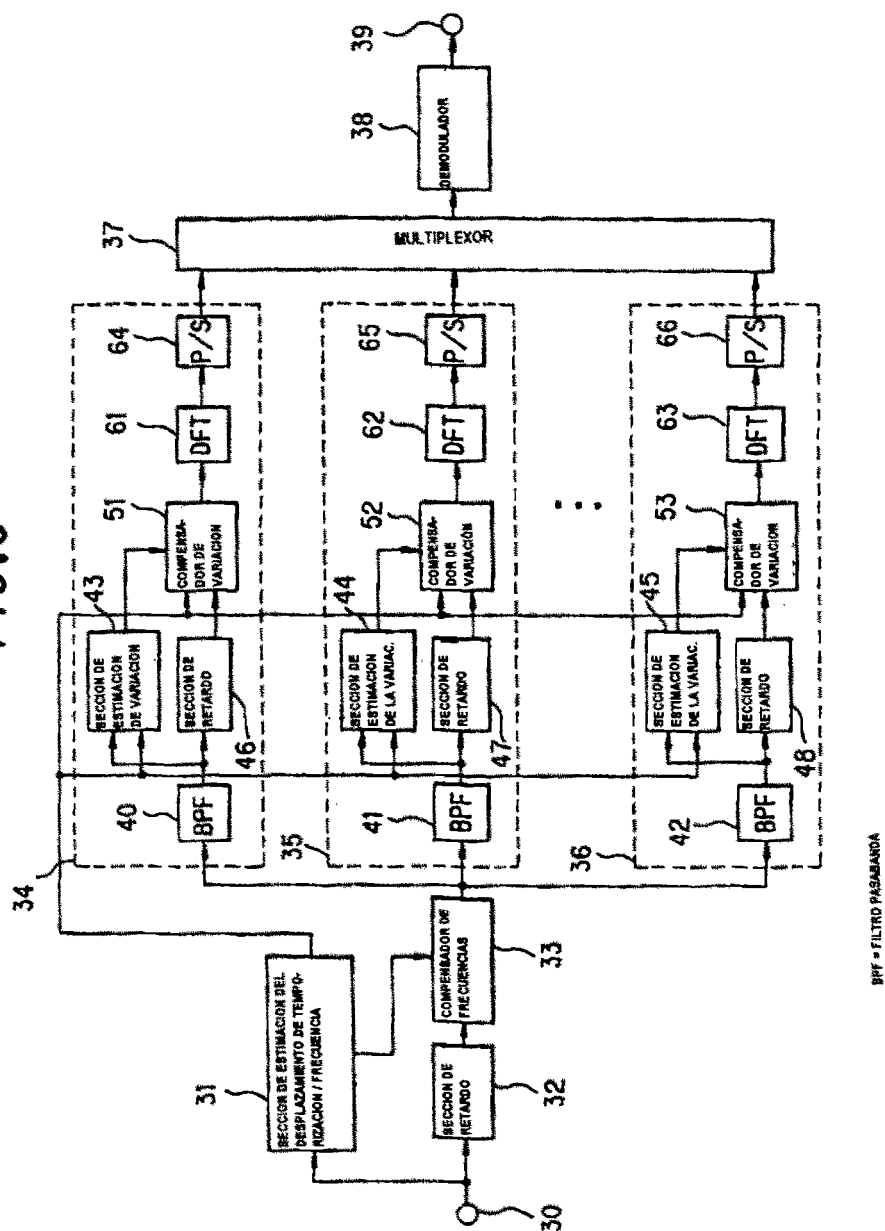


FIG. 4

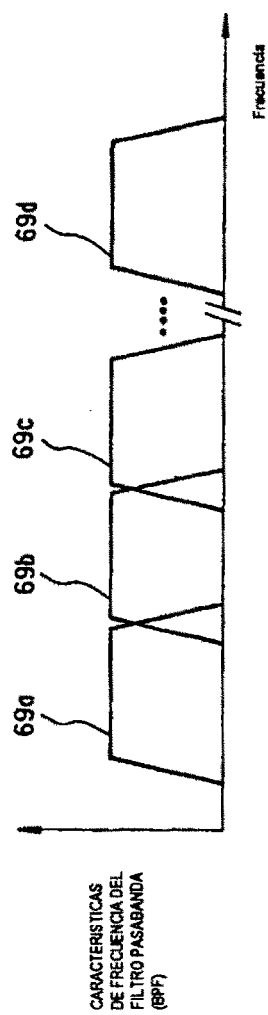


FIG.5

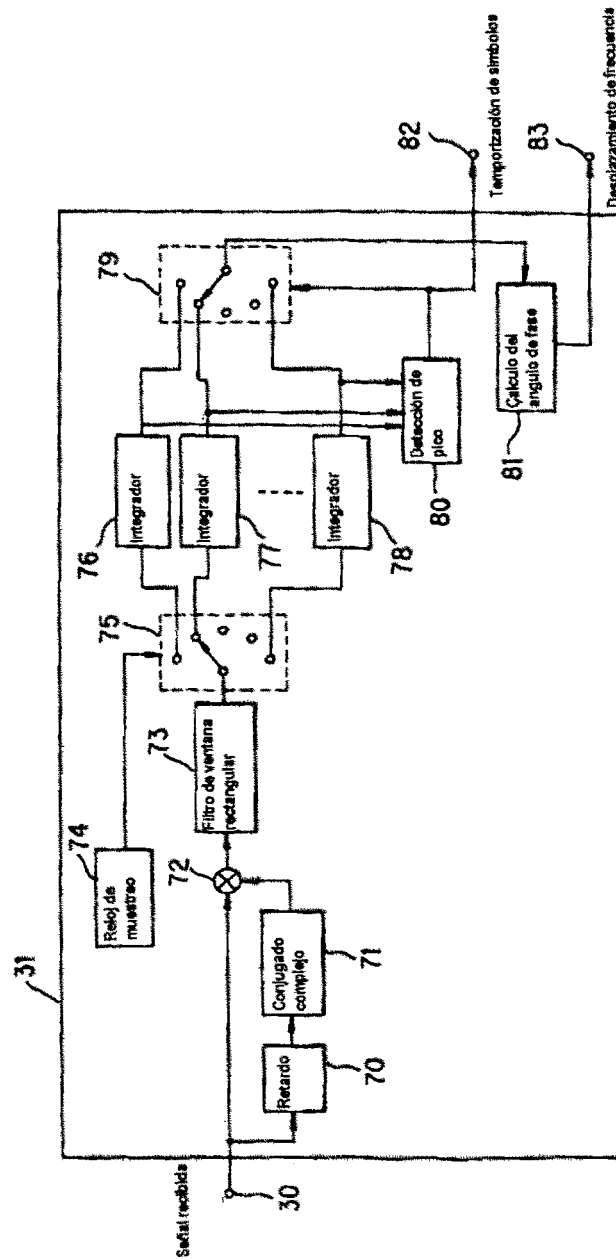


FIG. 6

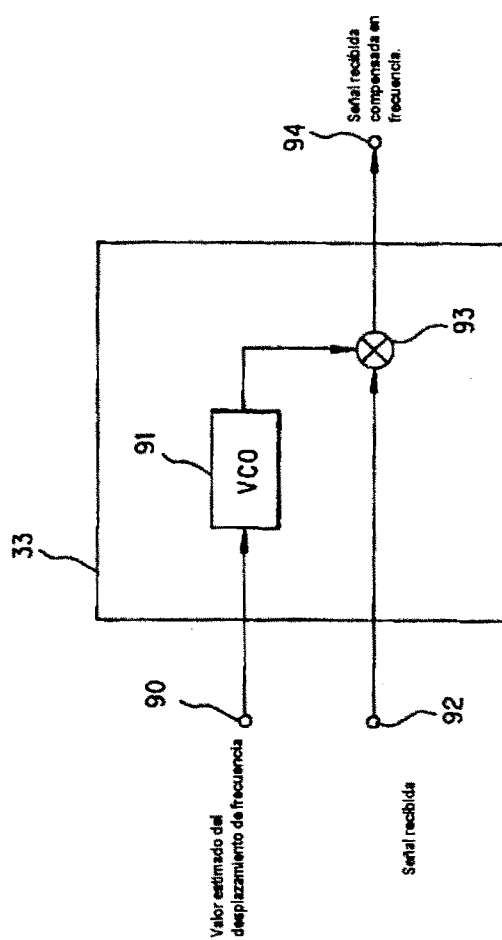


FIG. 7

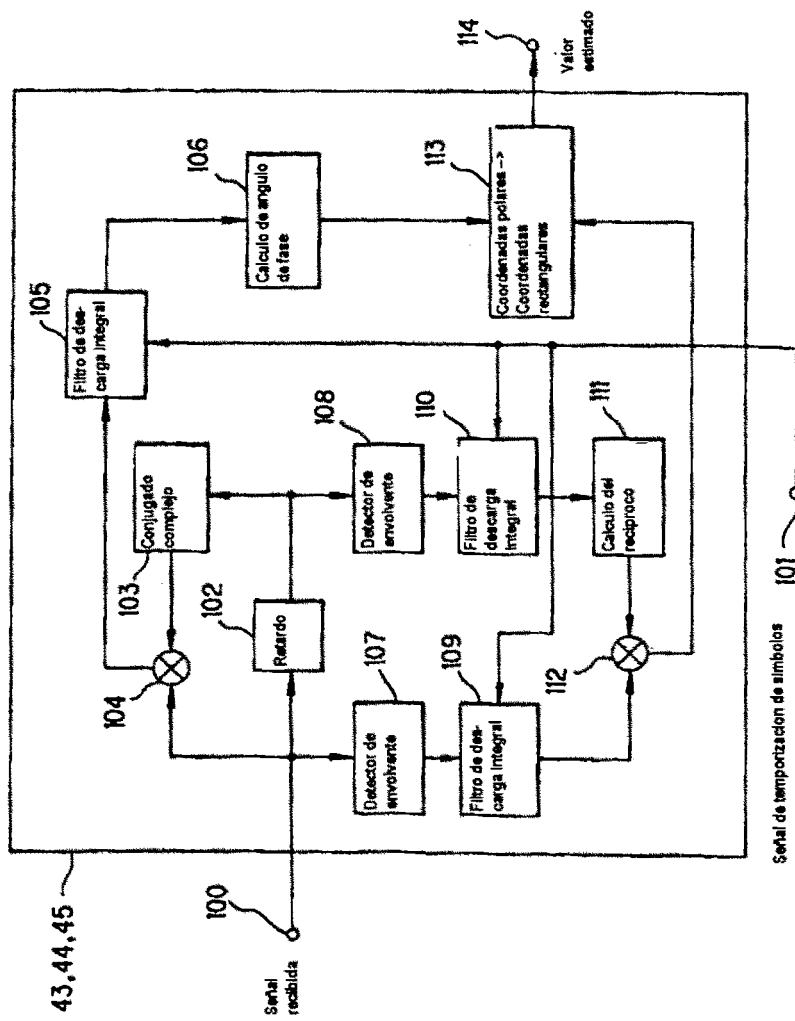


FIG. 8

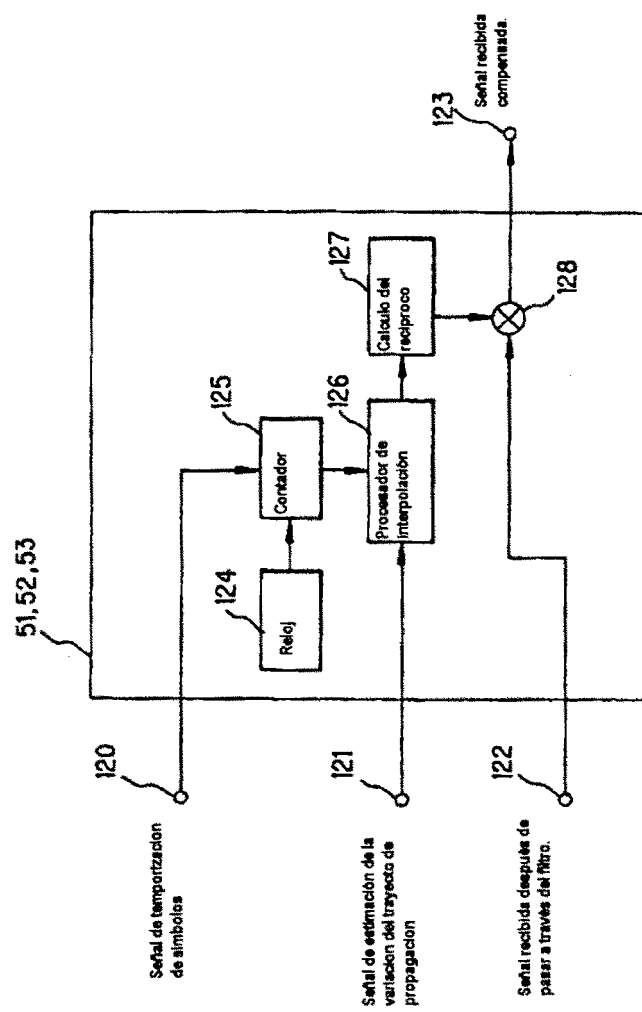


FIG.9

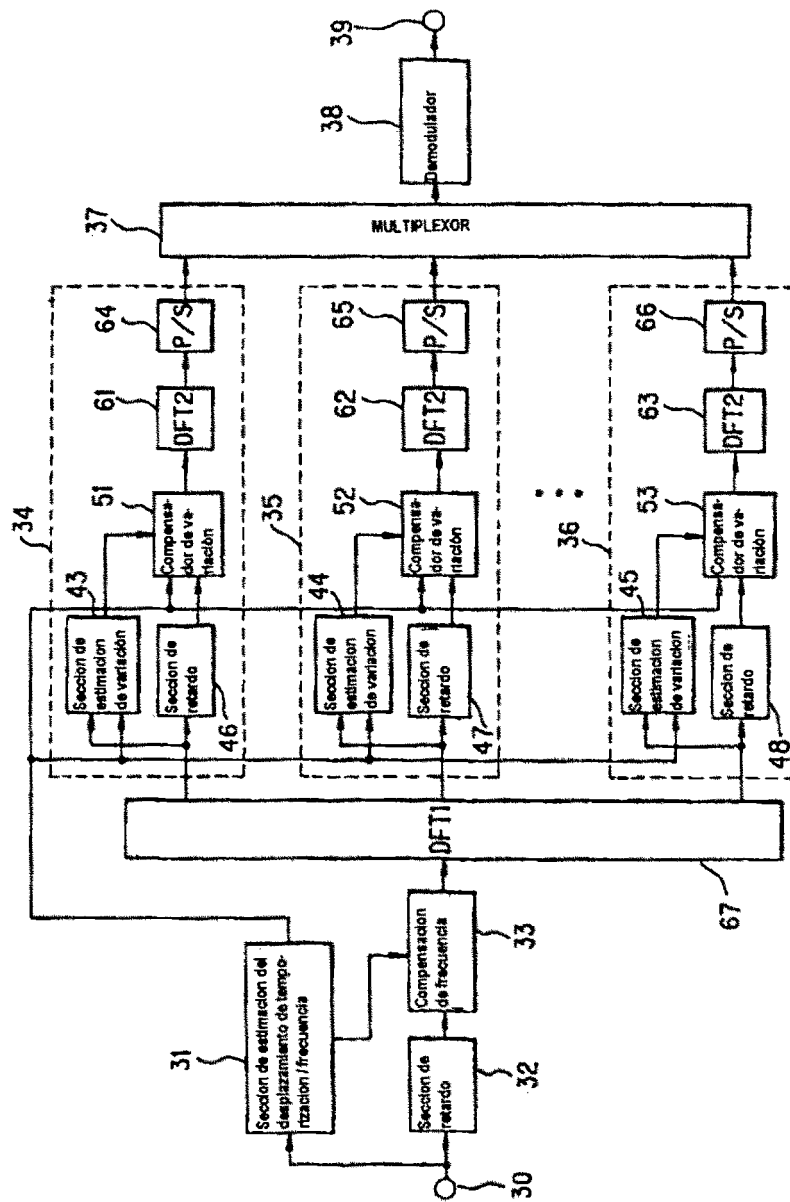


FIG.10

