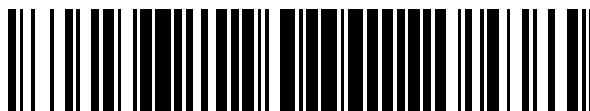


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 997**

51 Int. Cl.:

H04B 1/02 (2006.01)

H03D 7/00 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03790401 .8**

96 Fecha de presentación: **04.12.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1579583**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.09.2005**

54 Título: **Método de detección de propagación de retardo en exceso para sistemas de comunicación de portadora múltiple**

30 Prioridad:

04.12.2002 US 309985

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

04.01.2013

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

04.01.2013

73 Titular/es:

MOTOROLA MOBILITY, LLC (100.0%)
600 North US Highway 45
Libertyville, IL 60048 , US

72 Inventor/es:

MUKTHAVARAM, SANDEEP;
BAUM, KEVIN, y
KRAUSS, THOMAS,

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 393 997 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

Método de detección de propagación de retardo en exceso para sistemas de comunicación de portadora múltiple

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere de manera general al campo de los sistemas de comunicación. Más concretamente, la invención se refiere a un método para detectar la presencia de una propagación de retardo en exceso en sistemas de comunicación.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Los sistemas de Multiplexación por División en Frecuencia Ortogonal (OFDM) incluyen de manera general una extensión cíclica (o intervalo de guarda) con cada símbolo OFDM transmitido. La extensión cíclica se prevé para eliminar la interferencia entre símbolos y entre portadoras en canales de propagación de retardo. No obstante, si la respuesta al impulso del canal es más larga que la extensión cíclica, la parte de la respuesta al impulso que está fuera de la extensión provoca auto-interferencia.

15 Los circuitos de detección de propagación de retardo existen en la técnica para estimar la propagación de retardo en una señal de radiofrecuencia. La mayoría de los sensores de propagación de retardo existentes están diseñados para sistemas de portadora única. Por ejemplo, un estimador de propagación de retardo de la técnica anterior revelado en la Publicación de Patente de U.S. N° 5.602.484 A1 detecta la presencia de una propagación de retardo en exceso después de estimar el canal mediante una implementación de una operación de filtro adaptado. Otro estimador de propagación de retardo de la técnica anterior revelado en la Publicación de Patente de U.S. N° 6.028.901 A1 implementa una operación de filtro adaptado para estimar el canal y extraer la respuesta al impulso del canal. No obstante, para los sistemas de portadora múltiple, un proceso de estimación de canal como se propone por la técnica es intensivo computacionalmente, debido a que implica una transformada rápida de Fourier ("FFT") seguida por una transformada rápida de Fourier inversa ("IFFT") para extraer la respuesta al impulso del canal.

25 El documento de la técnica anterior de RAMASUBRAMANIAN K; BAUM K ED – INSTITUTO DE INGENIEROS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS: "Un esquema de recuperación en el tiempo de OFDM con estimación de propagación de retardo inherente" revela un método para operar un receptor en la detección de una presencia de una propagación de retardo en exceso en un sistema de portadora múltiple. El método determina la similitud de dos segmentos de la señal recibida mediante una correlación conjunta a través de muestras situadas de manera idéntica que pertenecen a símbolos OFDM diferentes. En base a esta correlación se determina una presencia o ausencia de una propagación de retardo en exceso.

30 La presente invención avanza la técnica mediante una contribución de un método y un receptor para detectar la presencia de una propagación de retardo en exceso en sistemas de comunicaciones.

RESUMEN DE LA INVENCION

35 La presente invención es un método para operar un receptor en la detección de una presencia de una propagación de retardo en exceso en una señal recibida de acuerdo con la reivindicación 1 y un receptor de acuerdo con la reivindicación 7. La señal recibida se origina desde un transmisor que ocasionalmente o periódicamente transmite una señal que tiene dos o más segmentos adyacentes que son muy similares.

En una primera forma del método, se calcula una estimación cuantitativa de una similitud de dos segmentos de una señal recibida, y la presencia o una ausencia de una propagación de retardo en exceso en la señal recibida en base a la estimación cuantitativa se determina más tarde.

40 En una segunda forma del método, se realiza la estimación cuantitativa, y la presencia o una ausencia de una propagación de retardo en exceso en la señal recibida en base a una comparación de la estimación cuantitativa y un umbral de detección se determina más tarde.

45 Las formas anteriormente mencionadas así como otras formas, rasgos y ventajas de la invención llegarán a ser más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferentes actualmente, leídas en conjunto con los dibujos anexos. La descripción detallada y los dibujos son meramente ilustrativos de la invención más que limitativos, el alcance de la invención que se define por las reivindicaciones adjuntas y los equivalentes de las mismas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 La **Fig. 1** ilustra una línea de tiempo de un periodo de símbolo OFDM conocido que incluye un prefijo cíclico y un sufijo cíclico;

La **Fig. 2** ilustra un diagrama de bloques de un transmisor y un receptor para implementar diversos métodos de la presente invención:

La **Fig. 3** ilustra un diagrama ejemplar de una señal recibida que presenta propiedades similares como se conoce en la técnica;

La **Fig. 4** ilustra un diagrama ejemplar de una señal recibida que presenta propiedades distintas resultantes de una propagación de retardo en exceso;

5 La **Fig. 5** ilustra un diagrama de flujo representativo de un método de detección de propagación de retardo en exceso de acuerdo con la presente invención;

La **Fig. 6** ilustra un diagrama de flujo representativo de una realización de un método de estimación cuantitativo de acuerdo con la presente invención;

10 La **Fig. 7** ilustra un diagrama de flujo representativo de una realización de un método de detección de propagación de retardo en exceso de acuerdo con la presente invención;

La **Fig. 8** ilustra una interacción de un par de unidades de comunicación que emplean diversos métodos de la presente invención; y

La **Fig. 9** ilustra un diagrama de flujo representativo de una realización de un método de adaptación del sistema de comunicación de acuerdo con la presente invención.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES ACTUALMENTE PREFERENTES

La realización preferente de la invención se refiere a sistemas de comunicación de portadora múltiple tales como, por ejemplo, multiplexación por división en frecuencia ortogonal ("OFDM") y variantes de OFDM (por ejemplo propagación OFDM), y también se puede usar con otros tipos de métodos de modulación que usan un prefijo y/o un sufijo cíclico. Un símbolo OFDM ejemplar **10** con un prefijo y/o un sufijo cíclico se ilustra en la **FIG. 1**. Adicionalmente, un formato de símbolo de sincronización OFDM de la técnica anterior se puede usar por un transmisor para transmitir una señal con dos segmentos idénticos como se ilustra ejemplarmente en **FIG. 3**.

20 La **FIG. 2** ilustra unos componentes de transmisor OFDM ejemplares en forma de una IFFT **20** y un convertidor paralelo a serie ("PSC") **21** para generar un símbolo de sincronización periódicamente como se conoce en la técnica. El símbolo de sincronización consta de una secuencia o bien de símbolos de datos conocidos o bien desconocidos **DS₁ – DS_x** transmitidos en las subportadoras OFDM numeradas pares, y símbolos nulos **NS₁ – NS_x** transmitidos en las subportadoras OFDM numeradas impares no usadas. Un experto en la técnica apreciará que se pueden incluir símbolos nulos adicionales en subportadoras cerca de los bordes del ancho de banda de canal para proporcionar una banda de guarda de frecuencia para simplificar los problemas de implementación práctica: Estos símbolos nulos adicionales cerca del borde de la banda no afectan las propiedades de similitud como se describe más tarde aquí dentro.

30 Los símbolos de datos **DS₁ – DS_x** entrelazados con los símbolos nulos **NS₁ – NS_x** producen una forma de onda en baudios transmitida **BW**. En la ausencia de una propagación de retardo en exceso, la forma de onda en baudios **BW** como se recibe por un receptor OFDM **30** incluirá dos segmentos idénticos (por ejemplo, un segmento **FH1** y un segmento **SH1** ilustrados en la **FIG. 3**) que tiene una similitud que se conserva después de propagarse sobre un medio de comunicación al receptor **30** (ignorando el ruido). No obstante, cuando está presente una propagación de retardo en exceso, la forma de onda en baudios **BW** como se recibe por el receptor **30** incluirá dos segmentos distintos (por ejemplo, un primer segmento **FH2** y un segundo segmento **SH2** ejemplares ilustrados en la **FIG. 4**).

40 Específicamente, suponiendo que la duración del símbolo es L y el tamaño de FFT es N , el intervalo de guarda es $(L-N)$. Este intervalo de guarda también se conoce como una extensión cíclica, la cual puede ser un prefijo cíclico, un sufijo cíclico, o una extensión cíclica dividida que consta tanto de un prefijo como un sufijo cíclico. Para propósitos de facilitar una comprensión de la invención, las diversas realizaciones descritas aquí dentro se basan en una extensión cíclica dividida como se ilustra en la **FIG. 1**, **FIG. 3** y **FIG. 4**. También, las descripciones se basan en una longitud de una respuesta al impulso del canal (también conocida como propagación de retardo) que es M y la respuesta al impulso del canal que es causal con muestras discretas desde 0 a $M-1$. A partir de las descripciones, aquéllos que tienen experiencia en la técnica apreciarán la aplicabilidad de la invención a otros tipos de extensión cíclica y a formas de onda y canales continuos en el tiempo. Cuando M es menor que el intervalo de guarda de $L-N$ muestras (la propagación de retardo libre de distorsión máxima para la señal recibida), dos partes similares de la forma de onda en baudios **BW** sería $[(L-N+1)$ a $(L-N/2)]$ y $[(L-N/2+1)$ a $L]$. En la presente invención, se ha determinado que cualquier propagación de retardo en exceso de M muestras perturbaría las propiedades de similitud del símbolo de sincronización en estas partes. Para tomar una decisión sobre la presencia de propagación de retardo más allá de M muestras, el receptor OFDM **30** implementa un método de detección de propagación de retardo en exceso de acuerdo con la presente invención.

55 La **FIG. 5** ilustra un diagrama de flujo **40** representativo del método de detección de propagación de retardo en exceso de la presente invención. Durante una etapa **S42** del diagrama de flujo **40**, una señal, que consta de los símbolos de datos **DS₁ – DS_x** y los símbolos nulos **NS₁ – NS_x** seguidos por la transformación y la conversión como se muestra en la **FIG. 2**, se recibe por el receptor OFDM **30** después de pasar a través de un canal de comunicación

con la respuesta al impulso del canal de longitud M . Durante una etapa **S44** del diagrama de flujo **40**, una o más estimaciones cuantitativas de una similitud de dos segmentos de la señal recibida se realizan por el receptor OFDM **30**. En una realización, un método de estimación cuantitativa de acuerdo con la presente invención se implementa durante la etapa **S44**.

- 5 La **FIG. 6** ilustra un diagrama de flujo **50** representativo del método de estimación cuantitativa de la presente invención. Durante una etapa **S52** del diagrama de flujo **50**, los valores de unas variables adecuadas se determinan y/o recuperan si han sido previamente determinadas. En una realización típica, los valores para la duración del símbolo L , tamaño de FFT N , y una pequeña fracción m de N se predeterminan en base a los parámetros del sistema, y los valores $S(1)$, $S(2)$, ..., $S(L)$, son las muestras de señal del símbolo de sincronización recibido.
- 10 Durante una etapa **S54** del diagrama de flujo **50**, se calcula una estimación cuantitativa QE_1 , una estimación cuantitativa QE_2 , o una estimación cuantitativa QE_3 . Un cálculo de una estimación cuantitativa QE_1 se ejecuta de acuerdo con la siguiente ecuación [1]:

$$QE_1 = \frac{20}{P} \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-N+n) - S(L-(N/2)+n)|^P}{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-(N/2)-m+n) - S(L-m+n)|^P} \right) \quad [1]$$

- 15 En una realización preferente, $P = 1$, pero otros valores que incluyen pero no se limitan a $P = 2$ o $P = 4$ también se pueden usar. La estimación cuantitativa QE_1 es una comparación numérica de dos partes o segmentos de la señal recibida que son similares cuando no hay propagación de retardo y distintos cuando hay propagación de retardo en exceso. El numerador en la ecuación [1] representa la magnitud media del vector de diferencia de longitud de m muestras más allá del comienzo ($L-N$) muestras de la señal (intervalo de guarda). Esta cantidad debería estar en el orden de la desviación estándar del ruido en la señal recibida si no hay exceso de propagación de retardo, pero será mucho más grande si hay propagación de retardo en exceso. El denominador representa la magnitud media del ruido en las últimas m muestras de partes de la señal que permanecen similares. Esto se usa como un factor de normalización para la estimación de la magnitud media del vector de diferencia en las primeras m muestras de las partes similares de la señal. La suposición de que la propagación de retardo es menor que $(L-(N/2)-m)$ y las últimas m muestras de las partes similares no están dañadas. Si no hay propagación de retardo en exceso, el ruido daña la similitud esperada de los segmentos del numerador y del denominador de la señal igualmente y la estimación cuantitativa QE_1 estará cercana a 0 dB; si hay propagación de retardo en exceso, la similitud de los segmentos del numerador estará dañada por la propagación de retardo en exceso y el ruido a una extensión mayor que los segmentos del denominador dañados por el ruido solamente, y la estimación cuantitativa se espera que sea mayor que 0 dB.

- 30 La estimación cuantitativa QE_2 se formula para detectar las propagaciones de retardo en exceso antes de la muestra de orden 0 para una respuesta al impulso del canal no causal encontrada cuando la sincronización de la señal recibida es temprana. Para detectar la propagación de retardo en exceso temprana suponiendo ninguna propagación de retardo en exceso tardía, se ejecuta un cálculo de la estimación cuantitativa QE_2 de acuerdo con la siguiente ecuación [2]:

$$QE_2 = \frac{20}{P} \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-(N/2)-m+n) - S(L-m+n)|^P}{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-N+n) - S(L-(N/2)+n)|^P} \right) \quad [2]$$

- 35 En la ecuación [2], los papeles del numerador y el denominador de la ecuación [1] se invierten dado que las últimas m muestras de las partes similares están dañadas por la propagación de retardo en exceso temprana, mientras que se supone que no está presente una propagación de retardo en exceso tardía y de ahí que las primeras m muestras no estén dañadas.

- 40 La estimación cuantitativa QE_3 se formula para detectar o bien la propagación de retardo en exceso temprana o tardía. Un cálculo de la estimación cuantitativa QE_2 se ejecuta de acuerdo con la siguiente ecuación [3]:

$$QE_3 = \frac{20}{P} \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L - (N/2) - m + n) - S(L - m + n)|^P + |S(L - N + n) - S(L - (N/2) + n)|^P}{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L - (3N/4) + n) - S(L - (N/4) + n)|^P} \right) \quad [3]$$

donde ahora el comienzo de las partes similares esperadas está dañado por la propagación de retardo en exceso tardía si está presente, el final de las partes similares esperadas está dañado por la propagación de retardo en exceso temprana si está presente, y el centro de las partes similares esperadas se supone dañado por el ruido solamente y no la propagación de retardo en exceso.

Señalar que las estimaciones cuantitativas $QE_1 - QE_3$ se formulan en base a una suposición de que el transmisor transmitió una señal que tiene dos segmentos idénticos. La invención también puede manejar el caso en que los dos segmentos de la señal transmitida son idénticos dentro de una constante compleja, en tanto en cuanto la constante sea conocida en el receptor 30. Por ejemplo, si los símbolos de datos en el dominio de frecuencia $DS_1 - DS_x$ están intercalados con los símbolos nulos $NS_1 - NS_x$ en las subportadoras impares más que en las pares, el segundo segmento de la señal recibida igualará la negativa del primer segmento en ausencia de ruido y propagación de retardo en exceso. La invención puede compensar o bien la constante conocida anterior a un cálculo de una de las estimaciones cuantitativas $QE_1 - QE_3$, o bien las ecuaciones [1] - [3] se pueden modificar para tener en cuenta la constante.

Con referencia de nuevo a la FIG. 5, durante una etapa S46 del diagrama de flujo 40, una presencia o una ausencia de una propagación de retardo en exceso dentro de la señal recibida se determina en base a la estimación cuantitativa. En una realización, una determinación de la propagación de retardo en exceso de la presente invención se implementa durante la etapa S46.

La FIG. 7 ilustra un diagrama de flujo 60 representativo del método de detección de propagación de retardo en exceso de la presente invención. Durante una etapa S62 del diagrama de flujo 60, la estimación cuantitativa calculada durante la etapa S54 (FIG. 6) se compara con un umbral de detección correspondiente. En una realización, la estimación cuantitativa QE_1 se compara con un umbral de detección THR_1 cuando la estimación cuantitativa QE_1 fue calculada durante la etapa S54, la estimación cuantitativa QE_2 se compara con un umbral de detección THR_2 cuando la estimación cuantitativa QE_2 fue calculada durante la etapa S54, y/o la estimación cuantitativa QE_3 se compara con un umbral de detección THR_3 cuando la estimación cuantitativa QE_3 fue calculada durante la etapa S54.

Los umbrales de detección $THR_1 - THR_3$ se seleccionan preferentemente para lograr una alta probabilidad de detección y una baja probabilidad de falsa alarma para los tipos de canales y las relaciones señal a (ruido e interferencia) esperadas durante el uso de sistema. La probabilidad de detección es la probabilidad de detectar la presencia de la propagación de retardo en exceso dado que el canal tiene una propagación de retardo en exceso y la probabilidad de falsa alarma es la probabilidad de detectar erróneamente la presencia de la propagación de retardo en exceso dado que el canal no tiene propagación de retardo en exceso. No hay límite a una gama numérica de los umbrales de detección $THR_1 - THR_3$. Adicionalmente, todos de los umbrales de detección $THR_1 - THR_3$ pueden ser idénticos (por ejemplo, 7dB), o uno o todos de los tres de los umbrales de detección $THR_1 - THR_3$ pueden ser diferentes.

Durante una etapa S64 del diagrama de flujo 60, una presencia de una propagación de retardo en exceso se supone cuando la comparación de la etapa S62 determina que la estimación cuantitativa calculada es igual a o mayor que un umbral de detección correspondiente (es decir, $QE_1 \geq THR_1$, $QE_2 \geq THR_2$, y/o $QE_3 \geq THR_3$).

Con referencia de nuevo a la FIG. 5, el diagrama de flujo 40 se termina tras la terminación de la etapa S46. Para cada señal propagada a partir de entonces al receptor 30, el diagrama de flujo 40 se implementará en el cual o bien la estimación cuantitativa QE_1 , la estimación cuantitativa QE_2 , o bien la estimación cuantitativa QE_3 se calculan durante una implementación de la etapa S54 (FIG. 6) en vista de una detección temprana, tardía, o temprana/tardía deseada de una propagación de retardo en exceso, respectivamente.

La FIG. 8 ilustra una unidad de comunicación 70 y una unidad de comunicación 80. La unidad de comunicación 70 incluye un receptor 71 y un transmisor 72, y la unidad de comunicación 80 incluye un receptor 81 y un transmisor 82. La presente invención se emplea dentro de la unidad de comunicación 70 y/o la de comunicación 80 para determinar una presencia de una propagación de retardo en exceso en un canal de comunicación 90 entre la unidad de comunicación 70 y la de comunicación 80. En una realización, el receptor 71 recibe una señal S transmitida por el transmisor 82 que pasa a través del canal de comunicación 90. La señal S como se recibe por el receptor 71 o bien tiene segmentos que presentan propiedades similares en la ausencia de una propagación de retardo en exceso en

el canal de comunicación **90** como se ilustra ejemplarmente en la **FIG. 3**, o los segmentos que presentan propiedades distintas debido a la presencia de una propagación de retardo en exceso en el canal de comunicación **90** como se ilustra ejemplarmente en la **FIG. 4**. Tras la recepción de la señal **S**, el receptor **71** implementa el método de detección de propagación en exceso de la presente invención representado por el diagrama de flujo **40** ilustrado en la **FIG. 5** para determinar si una propagación de retardo en exceso está presente en el canal de comunicación **90** en base a una estimación cuantitativa de una similitud de dos segmentos de la señal recibida. En una realización, si se detecta la presencia de propagación de retardo en exceso en el canal de comunicación **90** por el receptor **71**, entonces el transmisor **72** transmite un mensaje **M1** al receptor **81** para indicar la detección de la presencia de propagación de retardo en exceso en el canal de comunicación **90**. Si el receptor **71** detecta la ausencia de propagación de retardo en exceso en el canal de comunicación **90**, el transmisor **72** puede transmitir de manera opcional un mensaje **M2** al receptor **81** para indicar una ausencia de propagación de retardo en exceso en el canal de comunicación **90**.

La **FIG.9** ilustra un diagrama de flujo **100** representativo de un método de adaptación del sistema de comunicación de acuerdo con la presente invención. Para facilitar una comprensión del método de adaptación de comunicación de la presente invención, el diagrama de flujo **100** se describirá en base a una implementación del diagrama de flujo **100** por el receptor **71** (**FIG. 8**) y el transmisor **72** (**FIG. 8**).

Durante una etapa **S102** del diagrama de flujo **100**, el receptor **71** implementa el método de detección de propagación en exceso de la presente invención representado por el diagrama de flujo **40** ilustrado en la **FIG. 5** para determinar si está presente o ausente una propagación de retardo en exceso en una señal recibida en base a una estimación cuantitativa de una similitud de dos segmentos de la señal recibida.

Durante una etapa **S104** del diagrama de flujo **100** el receptor **71** (**FIG. 8**) y/o el receptor **81** (**FIG. 8**) está(n) adaptado(s) en base a cualquier presencia detectada de propagación de retardo en exceso en la señal recibida **S**. En una realización, una adaptación del receptor **71** y/o el receptor **81** abarcan una determinación de los coeficientes de un filtro usado para interpolar y/o suavizar las estimaciones de ganancia del canal complejo para las subportadoras de una señal OFDM. Este filtro es un filtro de estimación de canal. Cuando una señal OFDM incluye símbolos conocidos o piloto en ciertas subportadoras, el receptor **71** y/o el receptor **81** compara un símbolo piloto recibido con el valor del símbolo piloto transmitido conocido para medir la ganancia del canal compleja en la subportadora que contiene el símbolo piloto. Este proceso se repite en cada subportadora que tiene un símbolo piloto para obtener un conjunto de mediciones. No obstante, estas mediciones son algunas veces demasiado ruidosas para ser usadas directamente, de manera que el filtrado se puede usar para reducir el ruido (suavizar) e interpolar los valores de la ganancia del canal compleja entre las subportadoras que contienen símbolos piloto. En presencia de propagación de retardo en exceso, la ganancia compleja del canal llega a estar menos correlacionada entre subportadoras y el filtro de estimación de canal debería realizar menos suavizamiento para mejorar el seguimiento de las variaciones del canal aumentadas. De esta manera, cuando está presente una propagación de retardo en exceso, el ancho de banda del filtro de estimación de canal se puede aumentar (el ancho de banda del filtro se relaciona con la transformada de Fourier de los coeficientes del filtro).

En una segunda realización, dos filtros de estimación de canal con diferentes anchos de banda se almacenan en el receptor **71** y/o el receptor **81**, y una determinación de los coeficientes del filtro incluye una selección de los coeficientes de uno de los filtros en base a la presencia de propagación de retardo en exceso.

Aquéllos que tienen experiencia habitual en la técnica apreciarán que una adaptación del receptor **71** y/o el receptor **81** están basados en que la presencia de propagación de retardo en exceso se puede aplicar ventajosamente a otras partes, métodos, y algoritmos de un receptor.

Durante una etapa **S106** del diagrama de flujo **100**, el transmisor **72** (**FIG. 8**) y/o el transmisor **82** (**FIG. 8**) está(n) adaptado(s) en base a cualquier presencia detectada de propagación de retardo en exceso en la señal recibida **S**. En una realización, una longitud de prefijo cíclico usada por el transmisor **72** y/o el transmisor **82** está adaptada en base a la presencia detectada de propagación de retardo en exceso en la señal recibida.

En realizaciones alternativas del diagrama de flujo **100**, o bien la etapa **S104** o bien la etapa **S106** se puede omitir.

Con referencia de nuevo a la **FIG. 8**, cuando se detecta la presencia de propagación de retardo en exceso por el receptor **71**, el receptor **71** se puede adaptar sin la necesidad de que la unidad de comunicación **70** transmita el mensaje **M1** o el mensaje **M2** desde el transmisor **72**. Es preferente sin embargo que la unidad de comunicación **70** transmita el mensaje **M1** a la unidad de comunicación **80** cuando se adapta el transmisor **72**. En tal caso, el mensaje **M1** preferentemente incluye información adicional sobre la adaptación del transmisor **72** por la cual la unidad de comunicación **80** será informada de cambios a las propiedades de la señal de transmisión. En cuanto a la unidad de comunicación **80**, si el receptor **81** o el transmisor **82** van a estar adaptados en base a la presencia detectada de propagación de retardo en exceso por el receptor **71**, se requiere la transmisión del mensaje **M1** para informar a la unidad de comunicación **80** de la presencia detectada de propagación de retardo en exceso por lo cual el receptor **81** y/o el transmisor **82** se pueden adaptar adecuadamente.

El receptor **30** (**FIG. 2**), el receptor **71** (**FIG. 8**), el transmisor **72** (**FIG. 8**), el receptor **81** (**FIG. 8**) y el transmisor **82**

(FIG. 8) pueden emplear componentes físicos (analógicos o digitales), soporte lógico, o cualquier combinación de componentes físicos y soporte lógico para implementar las diversas etapas del uno o más métodos de la presente invención.

- 5 La presente invención se puede realizar en otras formas específicas sin salirse de su espíritu o características esenciales. Por ejemplo, los principios matemáticos de linealidad y superposición pueden permitir la reordenación de ciertos pasos de las realizaciones descritas, o pueden permitir realizaciones específicas adicionales que tienen esencialmente la misma función, y que tales variaciones están dentro del alcance de la presente invención. En otro ejemplo, tras la determinación de la presencia de la propagación de retardo en exceso, las métricas reveladas aquí dentro se podrían determinar para varios tamaños de ventana y/o posiciones de inicio para determinar la longitud de la propagación de retardo en exceso. Las realizaciones descritas tienen que ser consideradas en todos los aspectos solamente como ilustrativas y no restrictivas. El alcance de la invención está, por lo tanto, indicado por las reivindicaciones anexas más que por la descripción anteriormente mencionada. Todos los cambios que quedan dentro del significado y gama de equivalencia de las reivindicaciones van a estar abarcadas dentro de su alcance.
- 10
- 15 La presente invención no está limitada a sistemas de comunicación de portadoras múltiples. Por ejemplo, una forma de onda con segmentos similares se puede transmitir periódicamente en un sistema de portadora única convencional. Los métodos presentados en la invención se pueden aplicar entonces para detectar la presencia de una propagación de retardo en exceso con una redefinición adecuada de las variables.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un receptor en la detección de una presencia de una propagación de retardo en exceso, dicho método que comprende:

5 calcular (S44) una estimación cuantitativa QE de una similitud de dos segmentos de la señal recibida, en el que calcular la estimación cuantitativa QE comprende usar una representación de una magnitud media de un vector de diferencia de longitud de m muestras más allá del comienzo de (L-N) muestras de la señal recibida, en el que L es una duración de símbolo, N es un tamaño de transformada rápida de Fourier, y m es una fracción de N; y

determinar (S46) la presencia o ausencia de la propagación de retardo en exceso en la señal recibida en base a la estimación cuantitativa.

10 2. El método de la reivindicación 1, en el que un cálculo de la estimación cuantitativa QE está de acuerdo con:

$$QE = \frac{20}{P} \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-N+n) - S(L-(N/2)+n)|^P}{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-(N/2)-m+n) - S(L-m+n)|^P} \right)$$

3. El método de la reivindicación 1, en el que un cálculo de la estimación cuantitativa QE está de acuerdo con:

$$QE = \frac{20}{P} \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-(N/2)-m+n) - S(L-m+n)|^P}{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-N+n) - S(L-(N/2)+n)|^P} \right)$$

4. El método de la reivindicación 1, en el que un cálculo de la estimación cuantitativa QE está de acuerdo con:

$$QE = \frac{20}{P} \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-(N/2)-m+n) - S(L-m+n)|^P + |S(L-N+n) - S(L-(N/2)+n)|^P}{\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m |S(L-(3N/4)+n) - S(L-(N/4)+n)|^P} \right)$$

15 5. El método de la reivindicación 1 que además comprende:

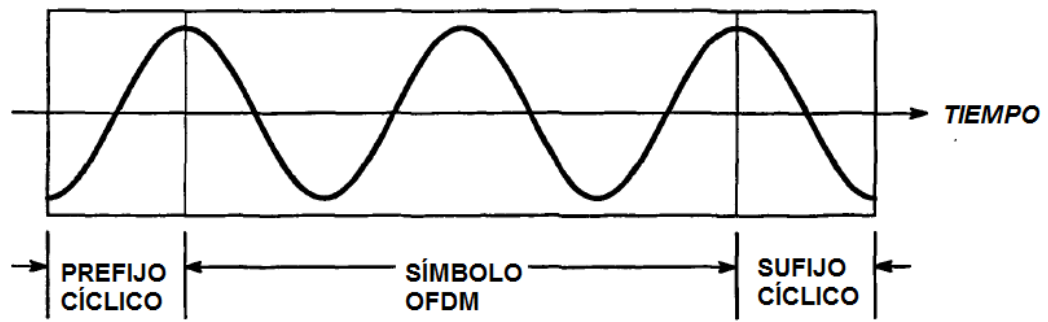
adaptar (S 104) el receptor en base a la presencia detectada de la propagación de retardo en exceso en la señal recibida en respuesta a una determinación de la presencia de la propagación de retardo en exceso en la señal recibida.

20 6. El método de la reivindicación 5, en el que el acto de adaptar (S 104) el receptor incluye determinar uno o más coeficientes de un filtro de estimación de canal en el receptor.

7. Un receptor, que comprende:

25 medios para calcular una estimación cuantitativa QE de una similitud de dos segmentos de una señal recibida, en el que calcular la estimación cuantitativa QE comprende usar una representación de una magnitud media de un vector de diferencia de longitud de m muestras más allá del comienzo de (L-N) muestras en la señal recibida, en el que L es una duración de símbolo, N es un tamaño de transformada rápida de Fourier, y m es una fracción de N; y

medios para determinar la presencia o una ausencia de la propagación de retardo en exceso en la señal recibida en base a la estimación cuantitativa.



10 *FIG. 1*
- TÉCNICA ANTERIOR -

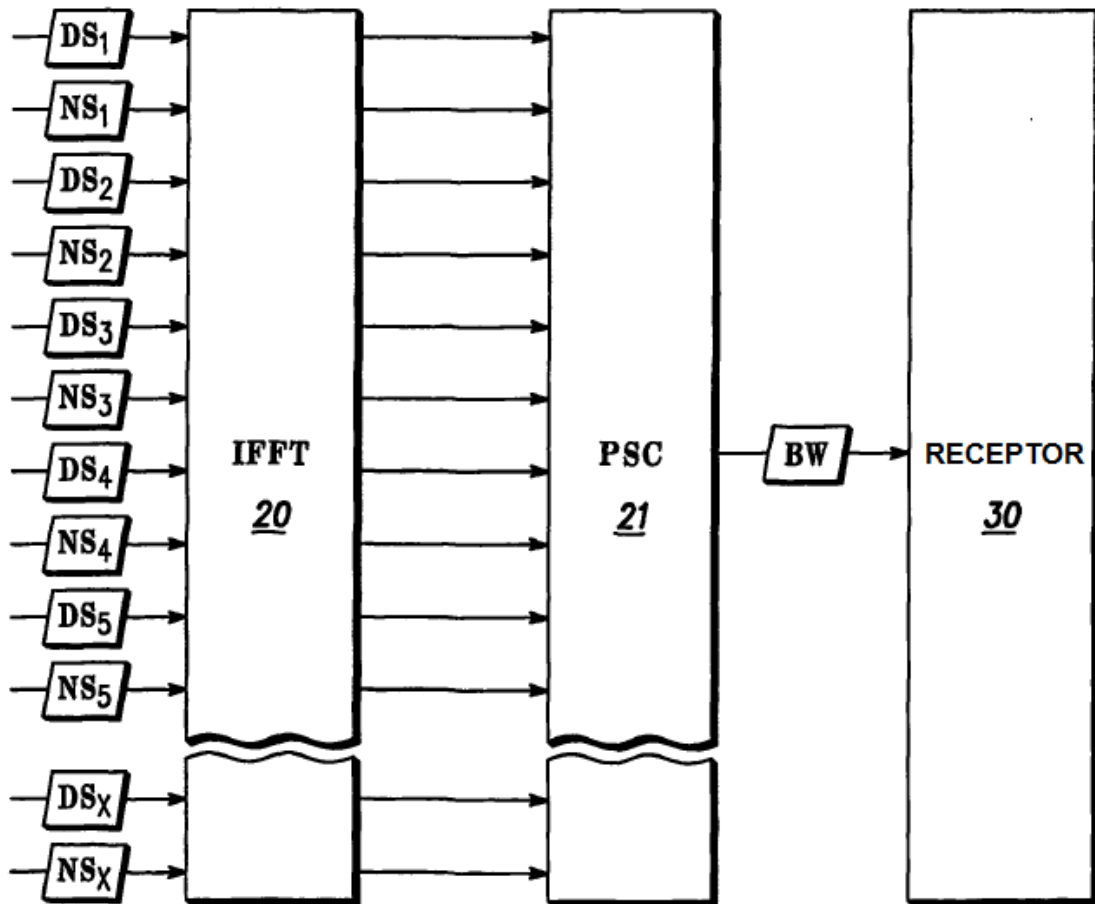


FIG. 2

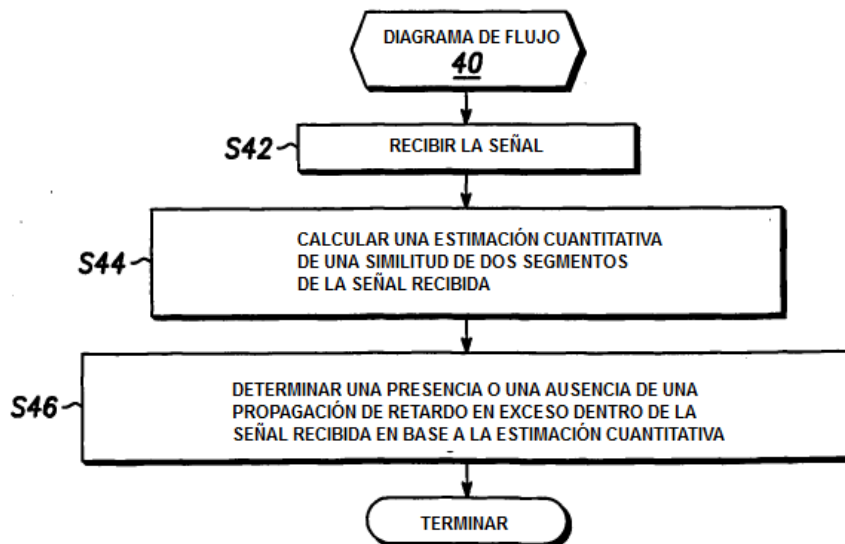
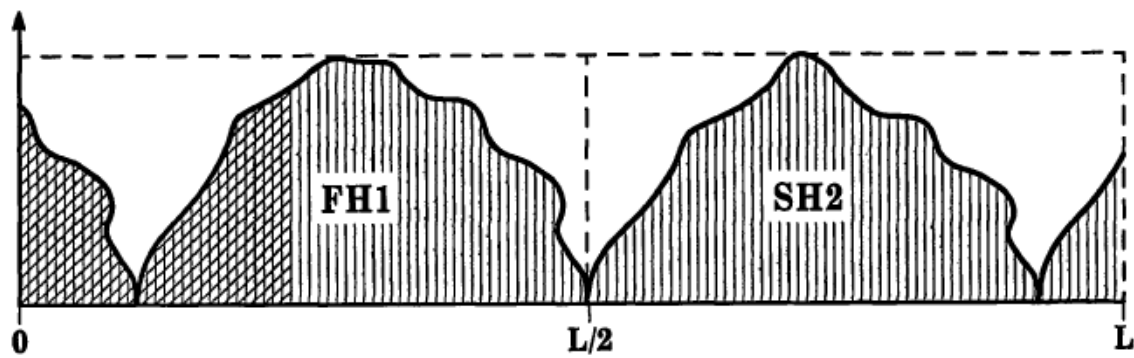
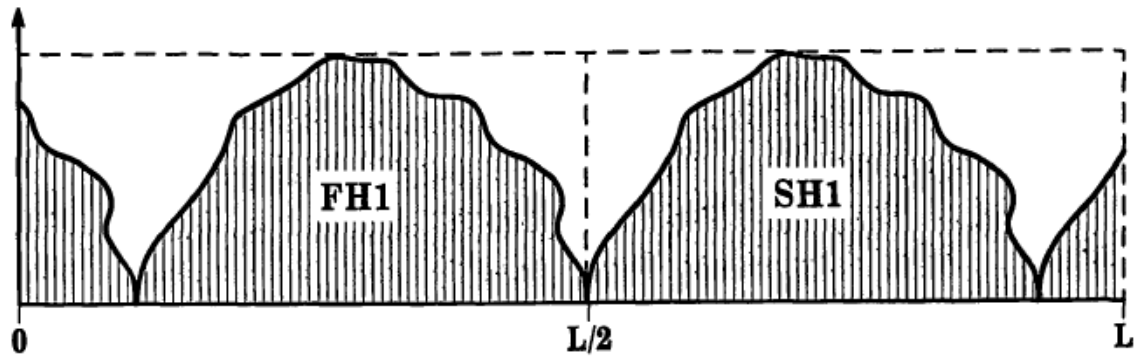
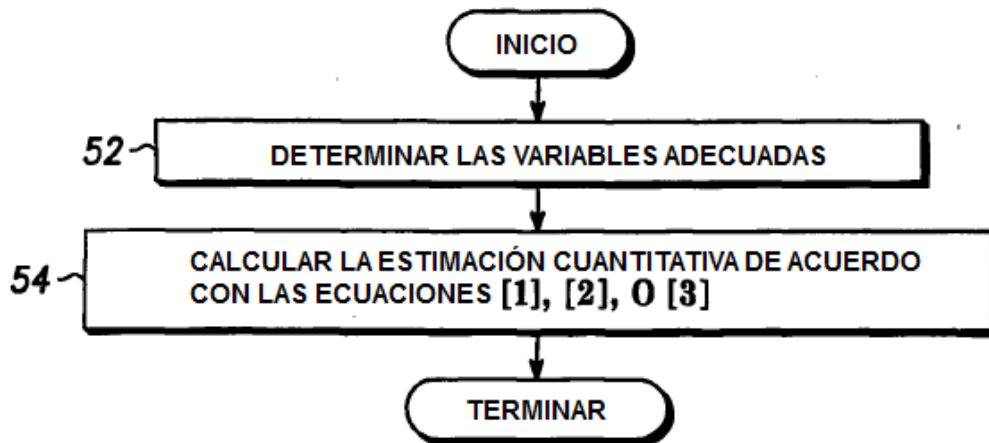
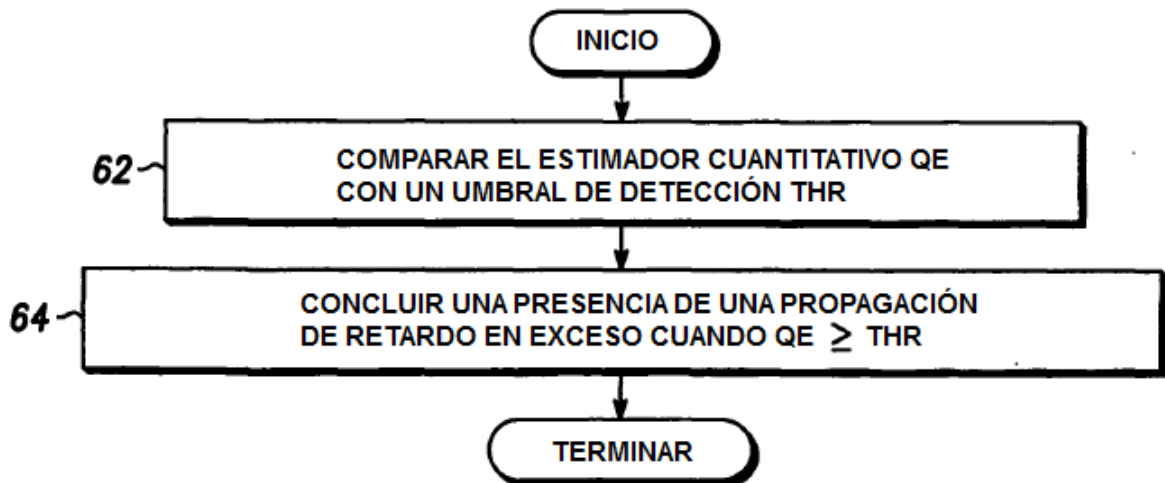


FIG. 5



50

FIG. 6



60

FIG. 7

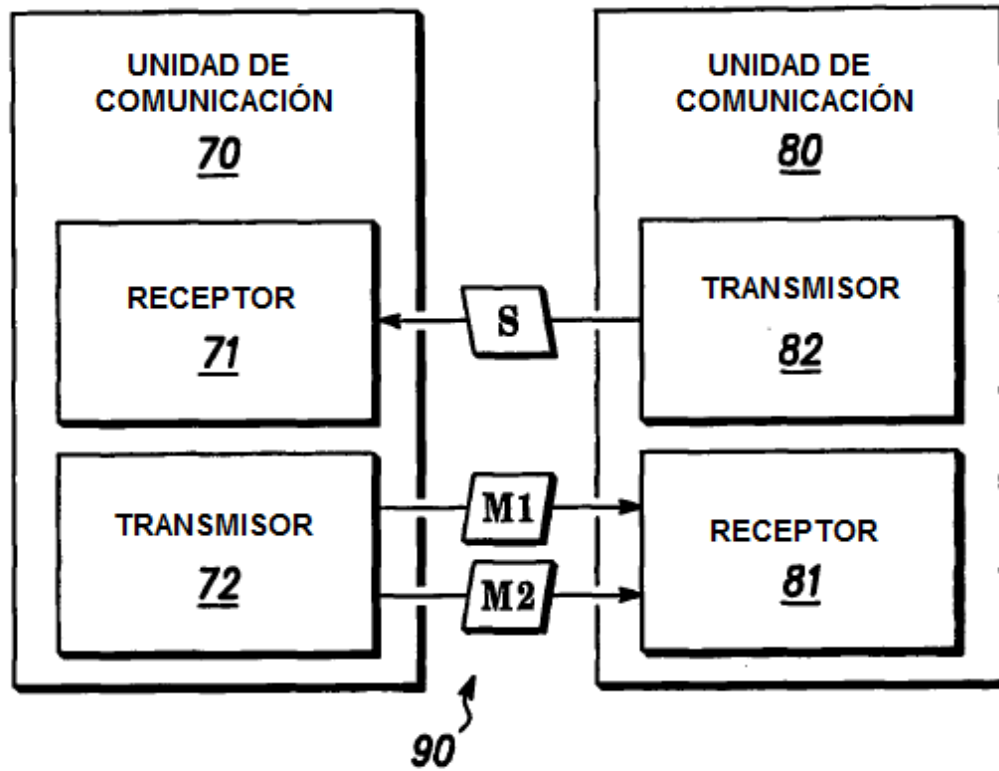


FIG. 8

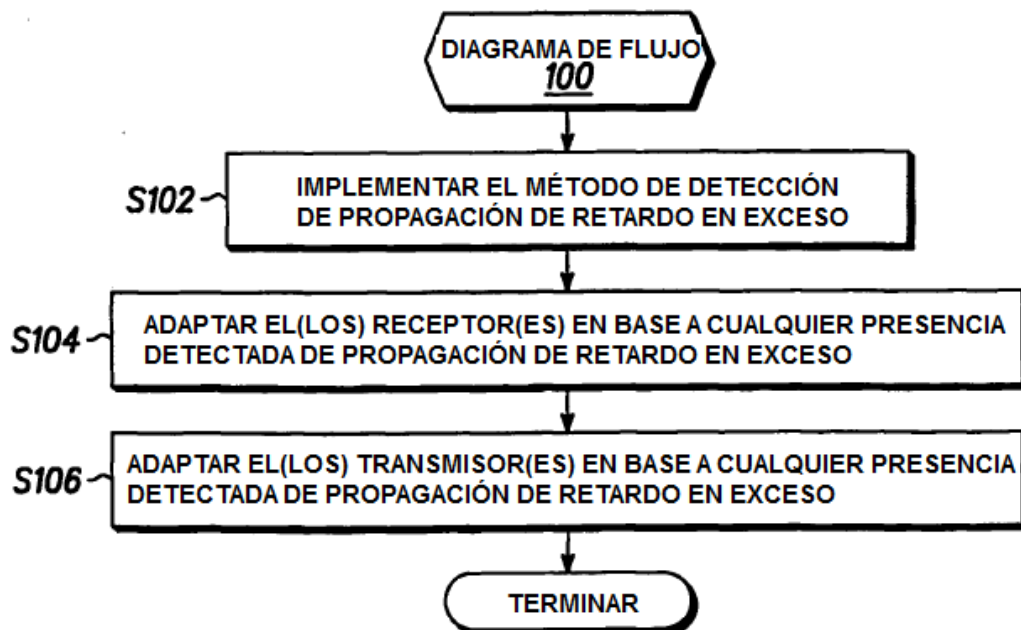


FIG. 9