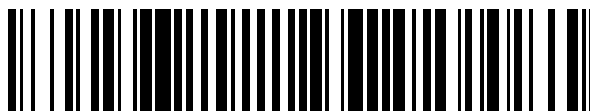


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 515**

51 Int. Cl.:

**H04J 3/16** (2006.01)  
**H04L 27/26** (2006.01)  
**H04L 5/00** (2006.01)  
**H04L 25/06** (2006.01)  
**H04L 25/02** (2006.01)  
**H04L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2004 E 04759245 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 1614242**

54 Título: **Método y aparato para transmisión y recepción de datos**

30 Prioridad:

**08.04.2003 US 408944**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**06.05.2013**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BATARIERE, MICKAEL D. y  
CLASSON, BRIAN K.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 402 515 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 y aparato para transmisión y recepción de datos

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere de manera general a sistemas de comunicación, y en particular, a un método y aparato para transmisión y recepción de datos dentro de tales sistemas de comunicación.

**Antecedentes de la invención**

10 La modulación asistida piloto se usa comúnmente para sistemas de comunicación. En particular, se difunde un piloto por subcanal, que proporciona una estimación de canal para ayudar en la demodulación posterior de una señal transmitida. Varios esquemas de modulación asistida piloto se utilizan por los sistemas de comunicación, y típicamente comprenden difundir una secuencia conocida en intervalos de tiempo conocidos. Un receptor, que conoce la secuencia y el intervalo de tiempo, utiliza esta información en la demodulación/descodificación de las emisiones posteriores no piloto.

15 Mientras que la difusión de una secuencia piloto conocida ayuda en la demodulación coherente, existe una desventaja en que en sistemas de comunicación de nueva generación la sobrecarga de pilotos puede reducir el flujo máximo de datos. Por ejemplo, aproximadamente el 20-25% de un enlace de Multiplexación por División en Frecuencia Ortogonal (OFDM) (por ejemplo, un piloto por cuatro baudios de datos, más un baudio piloto posterior) se gasta en la sobrecarga para los pilotos usados para la estimación de canal y la demodulación coherente. Por lo tanto, existe una necesidad de un método y aparato para realizar demodulación coherente que reduzca la cantidad de datos piloto difundidos a unidades de recepción.

20 La EP-A1-1 289 181 pretende describir un sistema y método de comunicación móvil para modulación y codificación adaptativas que emplea un conjunto predefinido de niveles de esquema de modulación y codificación posibles. El transmisor envía periódicamente una señal piloto que se emplea por el receptor para obtener una estimación del canal. Este valor se compara con un umbral para seleccionar un grupo de niveles MCS y la decisión se envía a través de un canal de realimentación al transmisor.

**Breve descripción de los dibujos**

25 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un transmisor que utiliza una portadora única según la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un transmisor que utiliza múltiples portadoras según la realización preferida de la presente invención.

30 La FIG. 3 ilustra la transmisión de la técnica anterior comparada con una transmisión según la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 4 es una ilustración adicional de la transmisión según la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques de un receptor según la realización preferida de la presente invención.

35 La FIG. 6 es un diagrama de bloques de un estimador de canal según la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que muestra la operación de un transmisor según la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 8 muestra el rendimiento de detectar a ciegas los símbolos QPSK cuando el espaciado de pilotos es 13.

La FIG. 9 ilustra diversas técnicas de filtrado según la realización preferida de la presente invención.

40 La FIG. 10 ilustra la importancia del filtrado aplicado en el tiempo.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra la operación de un transmisor según la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra la operación del receptor de la FIG. 5 según la realización preferida de la presente invención.

**Descripción detallada de los dibujos**

Para abordar la necesidad de reducir la sobrecarga de pilotos, se proporciona en la presente memoria un método y aparato para transmitir y recibir datos. En la realización preferida de la presente invención un sistema de comunicación que utiliza modulación y codificación adaptativas (AMC), utiliza datos modulados de orden inferior (por ejemplo, QPSK) como un sustituto de los símbolos piloto durante la transmisión. Los datos previstos para un usuario que utiliza una modulación de orden *inferior* se pueden detectar de manera fiable, y si se procesan adecuadamente, usar como pilotos para un usuario que está intentando recibir una modulación de orden *superior* (por ejemplo, 64-QAM). Debido a que los datos modulados de orden inferior se usan para estimar el canal en lugar de pilotos, se usan menos pilotos en conjunto. Esto reduce extremadamente la sobrecarga de pilotos, aumentando el flujo máximo de datos.

La presente invención abarca un método para transmisión de datos. El método comprende las etapas de determinar una modulación que codifica una pluralidad de secuencias de datos, en donde cada una de la pluralidad de secuencias de datos utiliza uno de varios esquemas de modulación y codificación disponibles. La pluralidad de secuencias de datos se multiplexan sobre un trama, en donde el orden de multiplexación de la pluralidad de secuencias de datos se basa en un tipo de modulación utilizada para la transmisión de la pluralidad de secuencias de datos.

Un método ejemplar para la recepción de datos comprende las etapas de recibir una trama de datos, utilizar una transmisión de pilotos para proporcionar una estimación de canal para ayudar en la demodulación posterior de una señal transmitida, y utilizar los datos modulados de orden inferior para proporcionar una estimación de canal para ayudar en la demodulación posterior de la señal transmitida.

La presente invención adicionalmente abarca un aparato que comprende una pluralidad de moduladores que sacan una pluralidad de secuencias de datos, un conmutador acoplado a la pluralidad de moduladores, y un controlador de formato de transmisión acoplado al conmutador. El controlador de formato de transmisión da instrucciones al conmutador para multiplexar la pluralidad de secuencias de datos sobre una trama, en donde el orden de multiplexación de la pluralidad de secuencias de datos se basa en un tipo de modulación utilizada para la transmisión para la pluralidad de secuencias de datos.

Un aparato ejemplar comprende un estimador de canal piloto para utilizar la transmisión de pilotos para proporcionar una estimación de canal para ayudar en la demodulación posterior de una señal transmitida, y un estimador de canal de datos para utilizar datos modulados de orden inferior que proporcionan una estimación de canal para ayudar en la demodulación posterior de la señal transmitida.

Volviendo ahora a los dibujos, en donde números iguales designan componentes iguales, la FIG. 1 es un diagrama de bloques de un transmisor según la realización preferida de la presente invención. Como se muestra, el transmisor 100 comprende el conmutador 102 controlado por el controlador de formato de transmisión/trama 101. En la realización preferida de la presente invención el transmisor 100 es preferiblemente un transmisor OFDM que utiliza Modulación y Control Adaptativos (AMC). En realizaciones alternativas, el transmisor 101 puede ser una portadora única, CDMA, u otro tipo de transmisor. Por simplicidad, la FIG. 1 se muestra solamente con una subportadora (frecuencia) que se transmite desde la antena 106.

Con la AMC de secuencia-nivel, el formato de modulación y codificación de una secuencia de datos se cambia para hacer coincidir la calidad de señal recibida actual ( $S/(I+N)$ ). Una vez elegida, el esquema de modulación y codificación típicamente no cambia para la secuencia. En un sistema con AMC junto con transmisión multi-secuencia, las secuencias con  $S/(I+N)$  alta se asignan típicamente a tasas de modulaciones de orden superior (por ejemplo, 64-QAM), con el orden de modulación y/o la tasa de código que disminuye según disminuye  $S/(I+N)$ . De esta manera, en la realización preferida de la presente invención las múltiples secuencias de datos (es decir, datos, secuencias 1, 2, ..., N) entran a los respectivos controladores de modulación 103-105. Como se trató, cada secuencia de datos se modula utilizando un esquema de modulación que es dependiente de una calidad de señal recibida para la secuencia. Para aquellos receptores que experimentan una señal a ruido alta, se utilizan esquemas de modulación tales como 16 QAM, 64 QAM o 256 QAM, mientras que para aquellos receptores que experimentan una señal a ruido baja, se utilizan esquemas de modulación tales como BPSK o QPSK.

Como se muestra en la FIG. 1, la salida de cada Codificador de Modulación (MC) 103-105 se introduce dentro del conmutador 102. Adicionalmente el tipo de modulación utilizada para la secuencia de datos particular se introduce dentro del controlador de formato de trama 101. El controlador de formato de trama 101 controla el conmutador 102 para ordenar adecuadamente el periodo de tiempo para la transmisión de las secuencias de datos en el enlace de comunicación por el aire 107. Más concretamente, el controlador de formato de trama ordena los momentos de transmisión para los datos piloto y las secuencias de datos 1-N colocando los datos modulados de orden inferior próximos a los datos modulados de orden superior, sustituyendo de manera efectiva los datos modulados de orden inferior para la secuencia piloto. Como se trató anteriormente, los receptores que se han asignado a datos modulados de orden superior dentro del sistema de comunicación utilizan datos modulados (por ejemplo, QPSK) de orden inferior como un sustituto para los símbolos piloto cuando se demodula coherentemente su secuencia de

datos, reduciendo extremadamente la sobrecarga de pilotos. Es el orden relativo de la modulación de orden superior o inferior la que es importante. Un receptor al que se ha asignado una modulación de orden superior tal como 1024 QAM podría usar datos de 64 QAM como un sustituto para los símbolos piloto también.

5 Por simplicidad la FIG. 1 ilustra transmisión de datos utilizando una portadora única, no obstante, un experto en la técnica reconocerá que en sistemas OFDM típicos, se utilizan múltiples subportadoras para transmitir datos. Esto se ilustra en la FIG. 2. En particular, la FIG. 2 es un diagrama de bloques de un transmisor que utiliza transmisión multi-portadora según la realización preferida de la presente invención. Como es evidente, ahora se muestran los trayectos de múltiples subportadoras 201-202. Como reconocerá un experto en la técnica, un sistema OFDM divide el ancho de banda disponible en muchísimas bandas de frecuencia estrechas (subportadoras), con datos que se transmiten en paralelo en las subportadoras. El transmisor del sistema de comunicación multi-portadora 203 combina todas las portadoras para una transmisión sobre la antena 106. Como es evidente para un experto en la técnica, en un sistema de comunicación multi-portadora OFDM, el transmisor del sistema de comunicación multi-portadora 203 consta de una transformada rápida de Fourier inversa. Tanto la FIG. 1 como la FIG. 2 se muestran solamente con una antena aunque la invención es plenamente compatible con técnicas de transmisión de múltiples antenas tales como técnicas de transmisión multi-antena Alamouti o MIMO. En la realización preferida de la presente invención el controlador de formato de trama 101 recibe información de los controladores 103-105 y ajusta cada subportadora de manera que los datos modulados de orden inferior se sitúen próximos a los datos modulados de orden superior. Dependiendo de la calidad del canal de los usuarios con datos a ser planificados, los datos modulados de orden inferior se pueden distribuir de una manera alternativa con los datos modulados de orden superior entre los datos piloto. Esto se ilustra con respecto a la FIG. 3 donde se ilustra una transmisión sobre una subportadora única.

La FIG. 3 ilustra la transmisión de la técnica anterior 301 comparada con una transmisión según la realización preferida de la presente invención. Como reconocerá un experto en la técnica, la transmisión de la técnica anterior 301 típicamente comprende la transmisión de datos piloto entre los datos de usuario. Como se trató anteriormente, la sobrecarga de pilotos reduce extremadamente el flujo máximo del sistema. Para abordar este problema, en la realización preferida de la presente invención los datos de usuario reales se sustituyen por datos piloto. Más concretamente, el controlador de formato de trama 101 controla la transmisión de manera que los datos modulados de orden inferior se utilizan para demodulación coherente en lugar de los datos piloto. Esto se ilustra en el esquema de transmisión 302.

30 Como es evidente, el esquema de transmisión 302 elimina una parte de la transmisión de pilotos de la técnica anterior, y utiliza los datos modulados de orden inferior en su lugar. Aunque tanto en la técnica anterior como en la realización preferida, las transmisiones de pilotos son fijas en toda la trama, en la estructura de transmisión de 302, los datos del usuario 2 y los datos del usuario 5 se sustituyen por datos piloto, y se utilizan para demodulación coherente por otros usuarios (por ejemplo, por el usuario 1, usuario 3, y usuario 4). La presente invención toma ventaja del hecho de que si se está utilizando una modulación de orden superior por un usuario, una modulación de orden inferior sería mucho mejor que el objetivo deseado operando el punto y predecodificando la BER del canal. Por lo tanto, un usuario que está destinado para modulación de orden superior puede estimar datos de usuarios de modulación de orden inferior sin descodificación del canal, incluso si los datos no se conocen. Para permitir la demodulación de los datos modulados de orden superior usando datos modulados de orden inferior, el orden de multiplexación de las secuencias de datos sobre una trama se basa en el tipo de modulación a ser usada para la transmisión de las secuencias de datos. Como se muestra en la estructura de transmisión de 302, los datos modulados de orden inferior (por ejemplo, los datos del usuario 2 y los datos del usuario 5) se sitúan próximos a los datos modulados de orden superior (por ejemplo, los datos del usuario 1, los datos del usuario 3, y los datos del usuario 4). Dependiendo de la calidad del canal de los usuarios con datos a ser planificados, los datos modulados de orden inferior se pueden distribuir de una manera alterna con los datos modulados de orden superior entre los datos piloto. No obstante, el orden de multiplexación también puede no ser alterno (por ejemplo, los datos del usuario 3 son datos modulados de orden superior, los datos del usuario 2 son datos modulados de orden inferior próximos, y los datos del usuario 1, los datos del usuario 4, y los datos del usuario 5 son datos modulados de orden inferior).

50 Se debería señalar que en la realización preferida de la presente invención *otros* datos modulados de orden inferior del usuario se utilizan por un usuario individual, no obstante, en realizaciones alternativas de la presente invención éste no necesita ser el caso. Más concretamente, en una realización alternativa de la presente invención, se pueden utilizar cualesquiera datos modulados de orden inferior por un receptor para demodular coherentemente los datos modulados de orden superior. De esta manera como se muestra en el esquema de transmisión 303, los datos de usuario modulados de orden inferior, que pueden ser *cualesquiera* datos de usuario, se sustituyen por la transmisión de pilotos de la técnica anterior. Esto se ilustra en el esquema de transmisión 304, donde en la realización preferida de la presente invención los datos modulados de orden inferior se sitúan próximos a los datos modulados de orden superior. Dentro del esquema de transmisión 304, los datos modulados de orden superior se denominan "modulación de orden alto" y los datos modulados de orden inferior se denominan "modulación de orden bajo". En el esquema de transmisión 304, los datos modulados de orden inferior se distribuyen de una manera alterna con los datos modulados de orden superior entre los datos piloto. No obstante, el orden de multiplexación también puede no ser alterno, en tanto en cuanto los datos modulados de orden inferior se sitúan próximos a los datos modulados de orden superior.

La FIG. 4 es una ilustración adicional de transmisión según la realización preferida de la presente invención. En particular la FIG. 4 ilustra el caso donde están siendo transmitidas múltiples subportadoras. Como es evidente, cada subportadora tendrá datos modulados de orden inferior situados próximos a datos modulados de orden superior. En la FIG. 4, la modulación de orden inferior se distribuye de una manera alterna con los datos modulados de orden superior entre los datos piloto en cada subportadora. No obstante, el orden de multiplexación también puede no ser alterno, en tanto en cuanto los datos modulados de orden inferior se sitúan próximos a los datos modulados de orden superior.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques del receptor 500 según la realización preferida de la presente invención. Como se trató anteriormente, el receptor 500 utiliza datos piloto y modulados de orden inferior para realizar la estimación del canal. Durante la operación, el receptor 500 recibe pilotos y secuencias de datos como se ilustra en la FIG. 3 y la FIG. 4, a través de la antena 501. El controlador 503 sirve para operar el conmutador 502 de manera que durante la recepción de pilotos, y durante la recepción de los datos modulados de orden inferior que se usarán para estimación de canal, la señal recibida pase al estimador del canal 505. El estimador de canal 505 sirve para determinar la ganancia compleja (amplitud y fase) del canal para todas las portadoras y en todas las ubicaciones de tiempo que necesitan ser descodificadas para ayudar en la demodulación posterior de una señal transmitida. Cuando el controlador 503 detecta que los datos de usuario reales están siendo recibidos para ese usuario, el controlador 503 opera el conmutador 502 de manera que los datos de usuario se pasan al demodulador suave 504 donde se demodulan utilizando las estimaciones de canal obtenidas por el estimador de canal 505. Como se conoce en la técnica, hay muchas formas que el controlador 503 puede detectar qué tipo de datos están siendo recibidos. Estas incluyen detección a ciegas del tipo de datos y señalización explícita del tipo de datos. La señalización explícita del tipo de datos puede ser señalización en banda o fuera de banda, y típicamente es alguna forma de señalización de control. Estos métodos están fácilmente disponibles para usar para detectar la ubicación de datos piloto. La detección de los datos modulados de orden inferior a ser usados para pilotos es más difícil en el sentido que los datos modulados de orden inferior pueden no ser necesarios para la estimación de canal en cualquier transmisión dada. La detección a ciegas o la señalización explícita aún se puede usar, pero la señalización explícita puede implicar el examen de la señalización de control prevista originalmente para otros usuarios. Como alternativa a la detección a ciegas o la señalización explícita, la invención permite determinación implícita del tipo de datos. En esta realización, el controlador 503 puede hacer uso del conocimiento de que los datos modulados de orden inferior están situados próximos a los datos modulados de orden superior. Por lo tanto, cuando el usuario está recibiendo datos modulados de orden superior, el usuario puede suponer que hay datos modulados de orden inferior próximos y actuar en consecuencia. Por ejemplo, en el esquema de transmisión 302, el usuario 3 con datos modulados de orden superior conocerá, a través de la detección a ciegas o la señalización explícita, que hay datos piloto a continuación (a la derecha en el esquema de transmisión 302) de sus datos. A través de determinación implícita, el usuario 3 también conoce que hay datos modulados de orden inferior precediendo (a la izquierda en el esquema de transmisión 302) de sus datos. En la realización preferida, el demodulador suave 504 produce información suave (por ejemplo, valores de fiabilidad, relaciones de probabilidad de registro, o similares con más de un bit por valor de datos). En una realización alternativa, el demodulador suave 504 produce solamente un único bit por valor de datos. Una vez demodulados, los datos se pasan al descodificador 506 para una descodificación normal. Señalar que en la realización alternativa donde el mismo usuario recibe tanto los datos modulados de orden superior como los datos modulados de orden inferior a ser descodificados, los datos modulados de orden bajo se pasan tanto al estimador de canal 505 (para contribuir a las estimaciones de canal requeridas por los datos modulados de orden superior) como directamente al demodulador suave 504 y al descodificador 506.

La FIG. 6 es un diagrama de bloques del estimador de canal 505 según la realización preferida de la presente invención. El estimador de canal 505 comprende componentes para realizar dos conjuntos de estimaciones de canal para todas las portadoras y en todas las ubicaciones de tiempo. Como se trató anteriormente, durante la operación del receptor 500 el conmutador 502 sirve para pasar los datos piloto y los datos modulados de orden bajo al estimador de canal 505. De esta manera, la entrada al estimador de canal 505 comprende o bien datos piloto o bien datos modulados de orden inferior que se usarán para la estimación de canal. Durante la recepción de los datos piloto, el conmutador 601 pasa los datos piloto al estimador de canal piloto 602 donde tiene lugar la estimación de canal estándar. En particular, una estimación de canal (ganancia y fase) para cada subportadora se hace en las ubicaciones piloto usando el conocimiento de la información piloto transmitida. Entonces, las estimaciones de canal se pueden filtrar eventualmente sobre la frecuencia para todas las subportadoras para eliminar el ruido. Señalar que se puede aplicar un filtro diferente en base a una difusión de retardo alta o baja. En una realización no multi-portadora alternativa, las estimaciones de canal no se filtran sobre la frecuencia.

Finalmente, el interpolador largo 603 realiza para cada subportadora, una interpolación lineal entre dos estimaciones de ganancia compleja del canal en dos ubicaciones piloto. Un primer conjunto de estimaciones de canal está entonces disponible. Si el usuario recibe solamente los datos modulados de orden bajo, el conmutador 604 se fija de manera que el primer conjunto de estimaciones de canal se usa por el demodulador suave 504.

Durante la recepción de los datos modulados de orden inferior que se usarán para la estimación de canal, el conmutador 502 y el conmutador 601 pasan los datos al demodulador severo 605, que usa el primer conjunto de estimaciones de canal proporcionado por el estimador de canal piloto 602 y el interpolador largo 603 para tomar decisiones severas sobre los datos recibidos. La estimación severa de los datos modulados de orden inferior

transmitidos entonces se usa por el estimador de canal de datos 606 para estimar la ganancia compleja del canal en las ubicaciones de datos. El interpolador corto 607 interpola entre las estimaciones del canal en las ubicaciones piloto, proporcionadas por el estimador de canal piloto 602, y en las ubicaciones de datos, proporcionadas por el estimador de canal de datos 606. El filtro deslizante 606 se aplica en el tiempo para producir un segundo conjunto de estimaciones de canal para todas las portadoras y todas las ubicaciones. El filtro deslizante 608 mejora ventajosamente la calidad del segundo conjunto de estimaciones de canal. Cuando el usuario recibe los datos modulados de orden superior, el conmutador 604 se fija de manera que el segundo conjunto de estimaciones de canal se usa por el demodulador suave 504. Señalar que en una realización alternativa las ubicaciones del filtro deslizante 608 y el interpolador corto 607 se pueden conmutar. En esta realización, es ventajoso tener los datos piloto y los datos modulados de orden inferior que estén separados por igual.

En una realización alternativa donde el mismo usuario recibe tanto los datos modulados de orden alto como los datos modulados de orden bajo a ser descodificados, los datos modulados de orden bajo se pasan tanto al estimador de canal 505 (para contribuir a las estimaciones de canal requeridas por los datos modulados de orden superior) como directamente al demodulador suave 504 y al descodificador 506. En este caso, el demodulador suave 504 puede usar o bien el primer conjunto de estimaciones de canal o bien el segundo conjunto de estimaciones de canal para demodular los datos modulados de orden inferior. En algunos casos puede ser ventajoso (es decir, requiere menos procesamiento o memoria para almacenamiento) para el demodulador suave 504 usar el segundo conjunto de estimaciones de canal tanto para los datos modulados de orden superior como los datos modulados de orden inferior, cuando ambos tipos de datos van a ser descodificados.

La FIG. 7 muestra diversos aspectos realizados por el estimador de canal 505 para proporcionar estimaciones del canal en todas las ubicaciones de tiempo. Por simplicidad, solamente se muestra una portadora única. El esquema de transmisión 304, como se describe en la FIG. 3, se muestra en la FIG. 7 para ilustrar el tipo de datos recibidos por la antena 501 sobre las ubicaciones de tiempo según la realización preferida de la presente invención. La línea de tiempo 701 representa el primer conjunto de estimaciones de canal obtenidas por el estimador de canal piloto 602 y el interpolador largo 603. La línea de tiempo 702 muestra que el canal se puede volver a estimar por el estimador de canal de datos 606 en la ubicación de los datos modulados de orden bajo usando el primer conjunto de estimaciones de canal y el demodulador severo 605. La línea de tiempo 703 muestra las estimaciones de canal en la salida del interpolador corto 607. La línea de tiempo 704 representa un segundo conjunto de estimaciones de canal que se han suavizado por el filtro deslizante 608. Debido a que los datos modulados de orden inferior usados por el estimador de canal de datos 606 son desconocidos, datos piloto distintos, la detección de los datos no es perfecta. La FIG. 8 muestra el rendimiento de la detección a ciegas de símbolos QPSK cuando el espaciado de pilotos es 13. Incluso aunque el método se aplicase típicamente a niveles de calidad de señal superiores (por ejemplo,  $S/(I+N)$ ),  $C/I$ , o SNR) donde la modulación de orden superior se seleccionaría, la tasa de error (por ejemplo, alrededor del 5% en SNR de 15 dB) es lo bastante grande para impedir un rendimiento adecuado. No obstante, el receptor ahora puede aplicar en el tiempo el filtro deslizante 608 para mejorar ventajosamente la calidad del segundo conjunto de estimaciones de canal. Se puede señalar que se puede usar un filtro diferente dependiendo de la velocidad alta o baja (por ejemplo, la elección de tres conjuntos de coeficientes para los filtros FIR de 7 derivaciones se propone en la FIG. 9) para mejorar el rendimiento especialmente si el sistema va a ser desplegado para una amplia gama de velocidad de usuario. Se debería señalar también que las derivaciones del filtro deslizante dependen del espaciado de símbolos en el tiempo (las derivaciones mostradas en la FIG. 9 están basadas en un espaciado de símbolos de 50 microsegundos). Señalar que en una realización alternativa las ubicaciones del filtro deslizante 608 y el interpolador corto 607 se pueden conmutar. En este caso la línea de tiempo 704 todavía contiene estimaciones de canal alisadas, pero el alisamiento ocurre entre las estimaciones de canal piloto y las estimaciones de canal de datos en la línea de tiempo 703. La interpolación corta es entonces la etapa final para producir el segundo conjunto de estimaciones de canal.

La FIG. 10 muestra la importancia del filtrado aplicado en el tiempo. Eliminar este filtro puede degradar el rendimiento en varios dB y crear un suelo de error.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que muestra la operación de un transmisor según la realización preferida de la presente invención. El flujo lógico comienza en la etapa 1001 donde se reciben secuencias de datos en diversos codificadores de modulación 103-105. En la etapa 1003, cada secuencia de datos se modula con un esquema de modulación particular. Finalmente en la etapa 1005, el controlador de formato de trama 101 sirve para multiplexar las secuencias en el tiempo sobre una trama para la transmisión. Como se trató anteriormente, en la realización preferida de la presente invención el controlador de formato de trama 101 recibe información de los controladores 103-104 y ajusta cada subportadora de manera que los datos modulados de orden inferior se sitúan próximos a los datos modulados de orden superior.

La FIG. 12 es un diagrama de flujo que muestra la operación del receptor 500 según la realización preferida de la presente invención. El flujo lógico comienza en la etapa 1201 donde se reciben los datos en el conmutador 502. En la etapa 1202 se determina si los datos van a ser demodulados o utilizados para la estimación de canal. En este caso, las etapas 1203 a 1209 se usarán para construir el primer o segundo conjuntos de estimaciones de canal. Si en la etapa 1202 se determina que los datos van a ser demodulados, entonces el flujo lógico continúa al paso 1211. Si los datos, no usados para la estimación de canal, son de modulación de orden superior, los datos se demodulan

en la etapa 1213 usando el segundo conjunto de estimaciones de canal. Si los datos son datos modulados de orden inferior y no se usan para la estimación de canal, entonces se pueden demodular en la etapa 1212 usando un primer conjunto de estimaciones de canal en base al piloto solamente.

5 Si en la etapa 1202 se determina que los datos van a ser utilizados para la estimación de canal, entonces el flujo lógico continúa al paso 1203 donde se determina si los datos son datos piloto o modulados de orden inferior. Sí, en la etapa 1203 se determina que los datos son piloto, los datos se envían al estimador de canal piloto 602 donde la estimación de canal piloto estándar tiene lugar en la etapa 1204. La etapa 1205 sigue donde la interpolación entre las estimaciones de canal en las ubicaciones piloto tiene lugar para producir un primer conjunto de estimaciones de canal en todas las ubicaciones. No obstante, si en la etapa 1203 se determina que los datos no son piloto –sino  
10 datos modulados de orden bajo-, el flujo lógico continúa al paso 1206 donde los datos transmitidos se estiman mediante el demodulador severo 605 usando un primer conjunto de estimaciones de canal. Los datos transmitidos estimados se usan en la etapa 1207 para estimar el canal en la ubicación de datos por el estimador de canal de datos 606. El interpolador corto 607 realiza en la etapa 1208 una interpolación lineal entre las estimaciones de canal en la ubicación de los datos modulados de orden inferior y las ubicaciones piloto. El filtro deslizando 608 se aplica en el tiempo en la etapa 1209 para suavizar la estimación de canal en toda ubicación que produce un segundo conjunto de estimaciones de canal. Señalar que en una realización alternativa las etapas 1208 y 1209 se pueden conmutar. En este caso el alisamiento ocurre entre las estimaciones de canal piloto y las estimaciones de canal de datos en la etapa 1209 antes de la etapa de interpolación 1208.

20 En la realización alternativa, un usuario puede estar asignado tanto a los datos modulados de orden inferior como a los datos modulados de orden superior para la descodificación. Esto podría ocurrir, por ejemplo, si hay solamente un usuario que necesita recibir datos. En la etapa 1210, se determina si los datos modulados de orden inferior, usados por el estimador de canal de datos, necesitan ser descodificados también para el usuario. Si se determina que los datos también necesitan ser descodificados, entonces el flujo continúa en la etapa 1213 donde los datos se demodulan suave por 504 usando un segundo conjunto de estimaciones de canal.

25 Mientras que la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a una realización particular, se entenderá por aquellos expertos en la técnica que se pueden hacer diversos cambios en la forma y detalles allí dentro sin salirse del espíritu y alcance de la invención. Por ejemplo, en una realización alternativa la multiplexación de los datos modulados de orden superior, los datos modulados de orden inferior, y los datos piloto puede no ser la misma en cada subportadora, como se mostró en la FIG. 4. Por ejemplo, los datos modulados de orden superior se pueden entrelazar en frecuencia con una modulación de orden inferior. En un entorno de difusión de retardo bajo a medio, las ganancias de canal en las portadoras adyacentes están sumamente correlacionadas. El piloto entonces se puede enviar solamente en un subconjunto de las portadoras para descodificar los datos modulados de orden inferior. La modulación de orden inferior y los pilotos se pueden usar para demodular la modulación de orden superior, según la presente invención. Se pretende que tales cambios entren dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.  
35

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para transmisión de datos, comprendiendo el método las etapas de:

5 determinar un esquema de modulación para una pluralidad de secuencias de datos, en donde cada una de la pluralidad de secuencias de datos comprende datos modulados de orden inferior de un primer usuario y datos modulados de orden superior de un segundo usuario y utiliza uno de varios esquemas de modulación disponibles; y

10 multiplexar la pluralidad de secuencias de datos sobre una trama para sustituir los datos modulados de orden inferior del primer usuario para los datos pilotos, en donde la colocación de la pluralidad de secuencias de datos en la trama se basa en un tipo de modulación utilizada para transmisión para la pluralidad de secuencias de datos;

y en donde la multiplexación comprende situar los datos modulados de orden inferior adyacentes a los datos modulados de orden superior de manera que los datos modulados de orden inferior se pueden usar para demodulación coherente.

15 2. El método de la reivindicación 1 en donde la etapa de multiplexar comprende la etapa de situar datos modulados QPSK o BPSK adyacentes a datos modulados de orden superior.

3. Un aparato que comprende:

20 una pluralidad de moduladores (103, 104, 105) que sacan una pluralidad de secuencias de datos, en donde cada modulador de la pluralidad de moduladores determina una modulación para su secuencia de datos de la pluralidad de secuencias de datos, en donde cada una de la pluralidad de secuencias de datos comprende datos modulados de orden inferior de un primer usuario y datos modulados de orden superior de un segundo usuario y utiliza una de varias modulaciones disponibles;

un conmutador (102) acoplado a la pluralidad de moduladores; y

25 un controlador de formato de transmisión (101) acoplado al conmutador y que da instrucciones al conmutador para multiplexar la pluralidad de secuencias de datos sobre una trama para sustituir los datos modulados de orden inferior del primer usuario por datos pilotos, en donde la colocación de la pluralidad de secuencias de datos en la trama se basa en un tipo de modulación utilizada para transmisión de la pluralidad de secuencias de datos; y

30 y en donde la multiplexación comprende situar los datos modulados de orden inferior adyacentes a los datos modulados de orden superior de manera que los datos modulados de orden inferior se pueden usar para demodulación coherente.

4. El aparato de la reivindicación 3 en donde los datos modulados QPSK o BPSK se sitúan en la trama adyacentes a los datos modulados 16 QAM, 64 QAM, o 256 QAM.

35



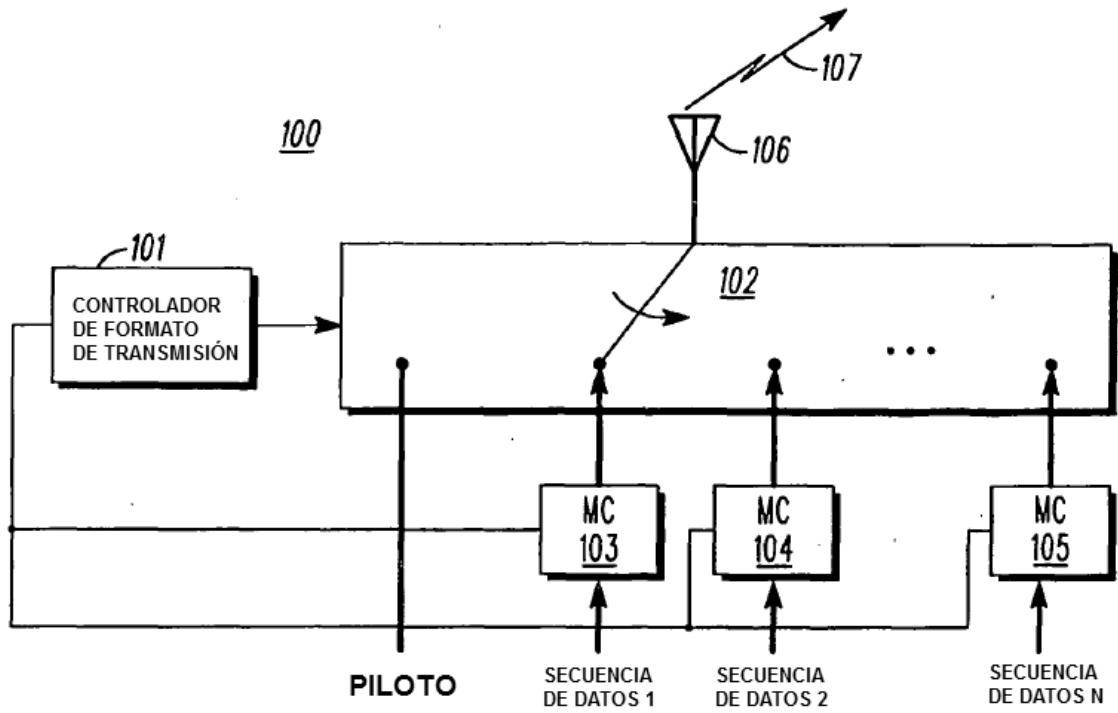


FIG. 1

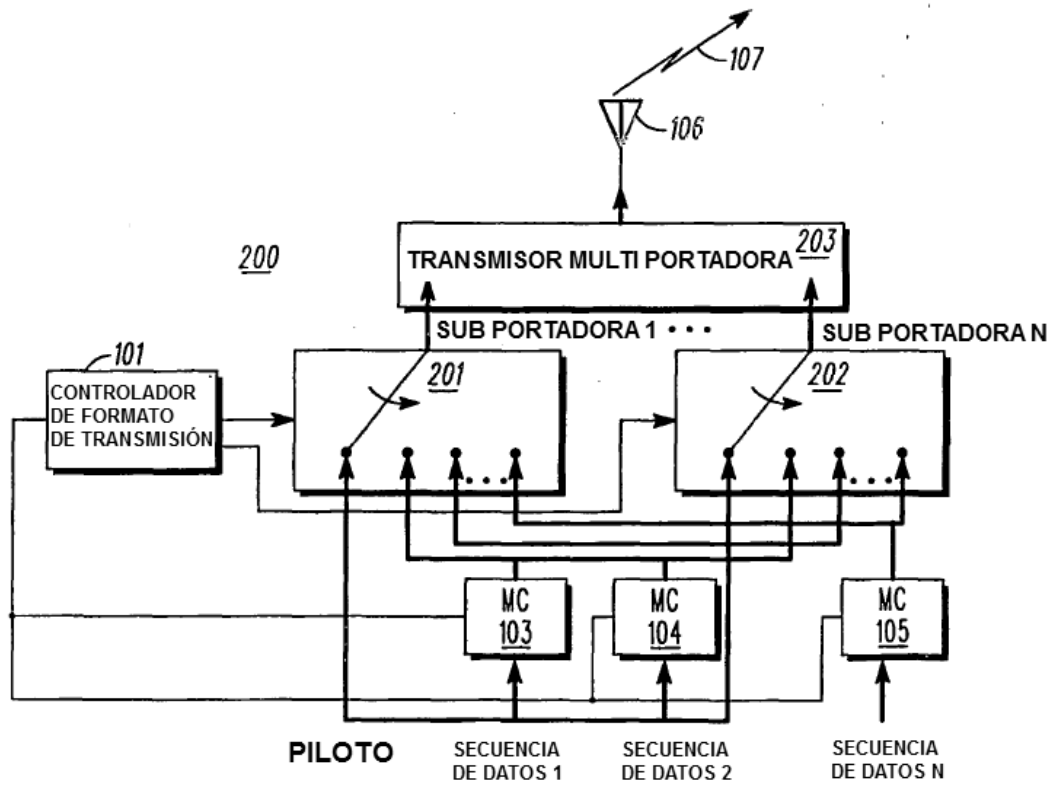
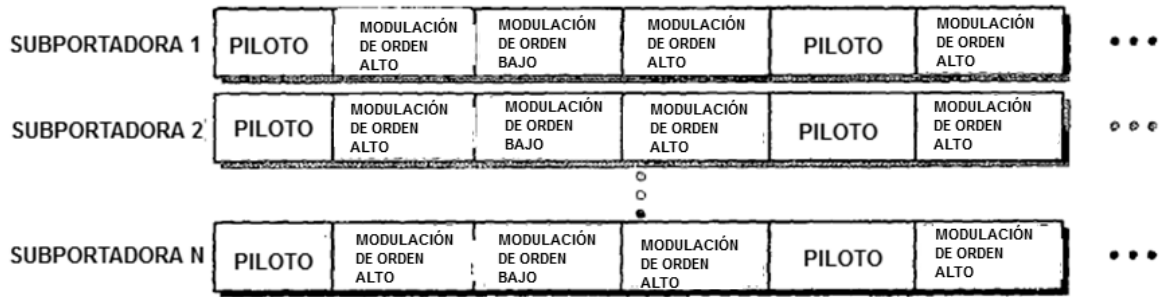
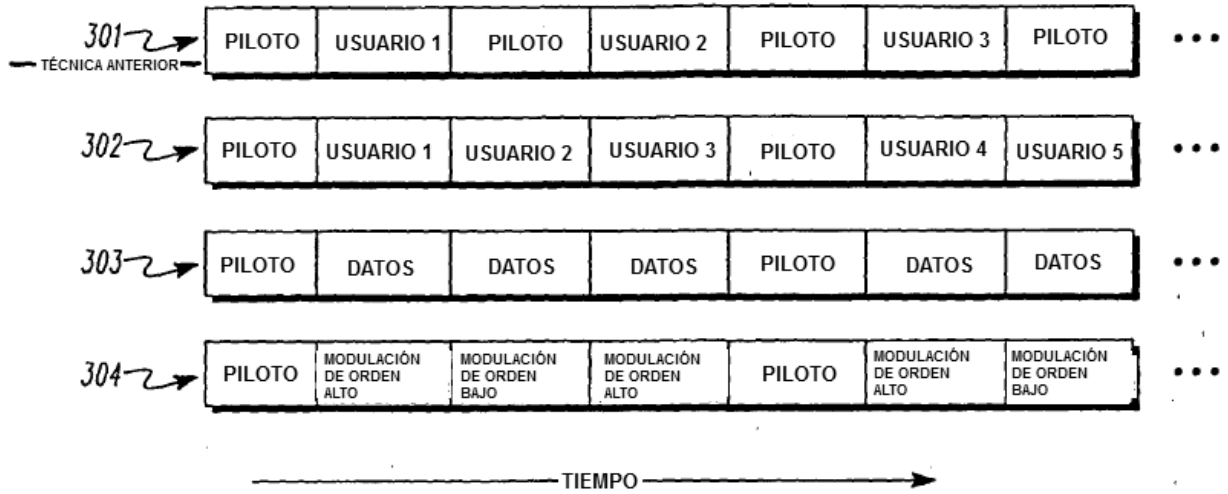
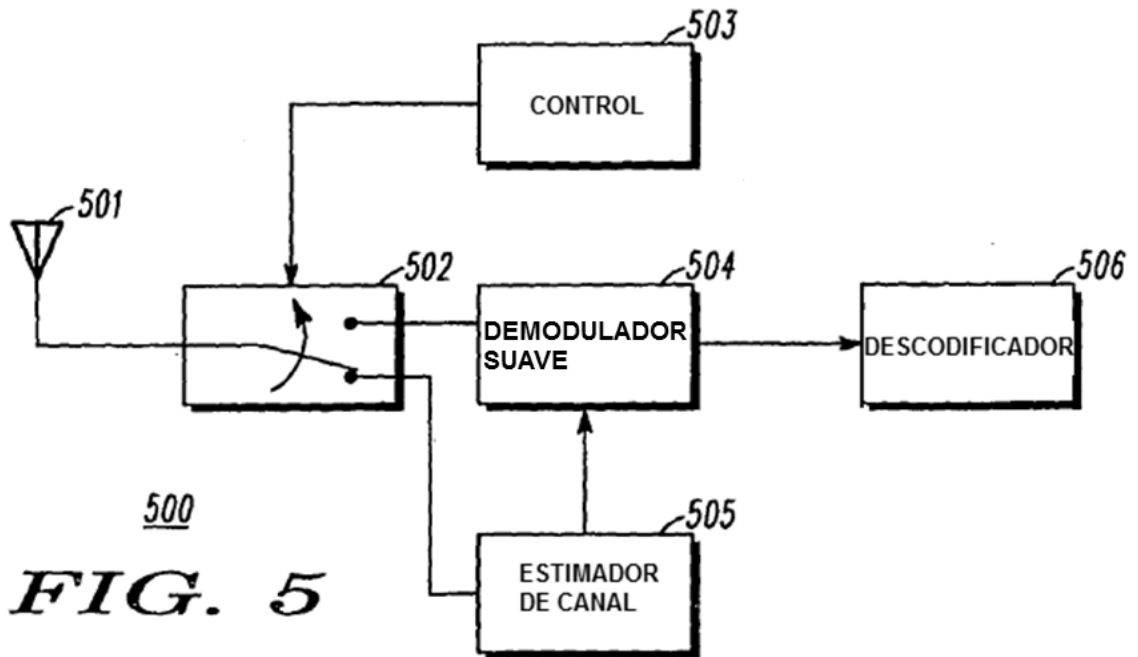


FIG. 2

**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

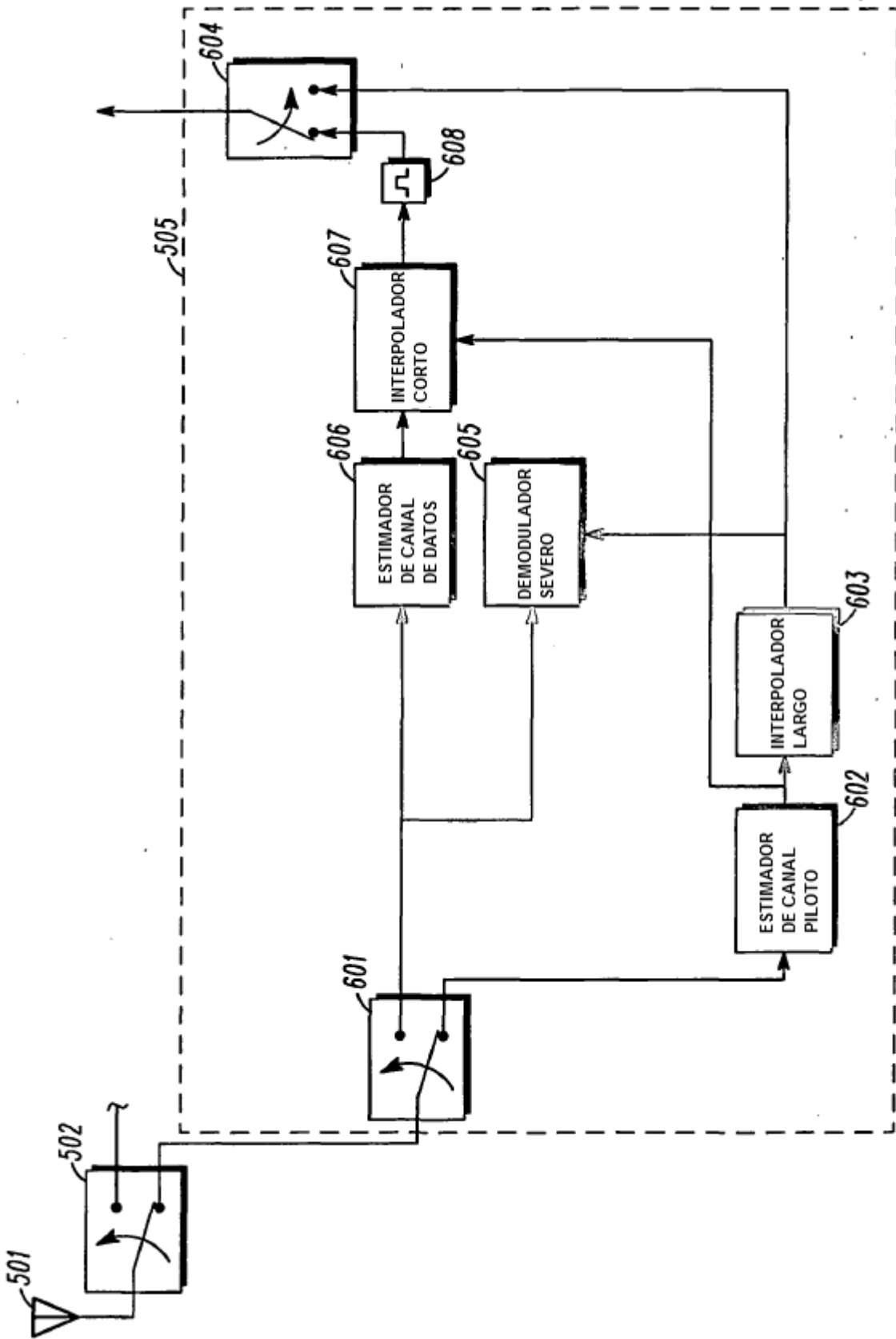
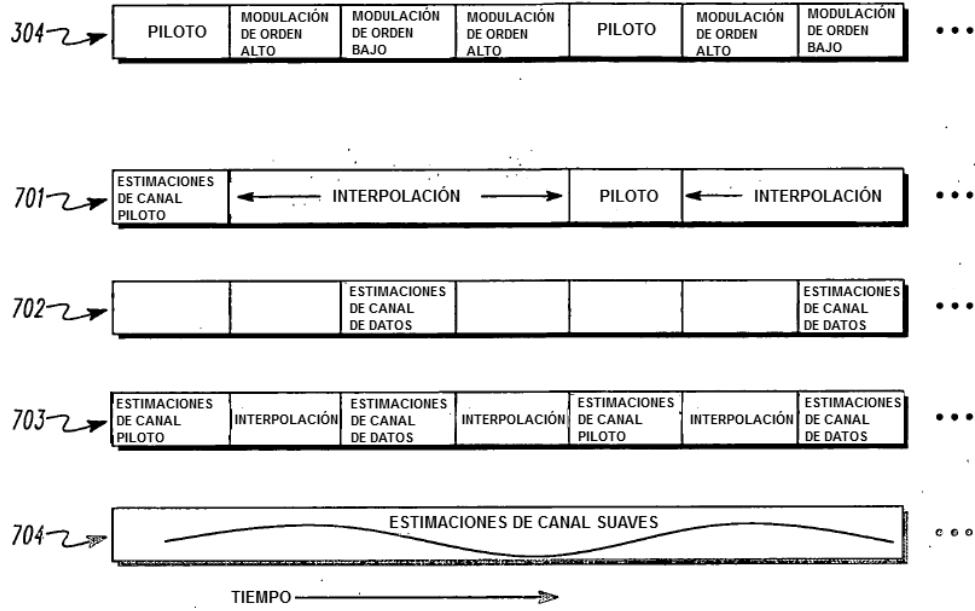
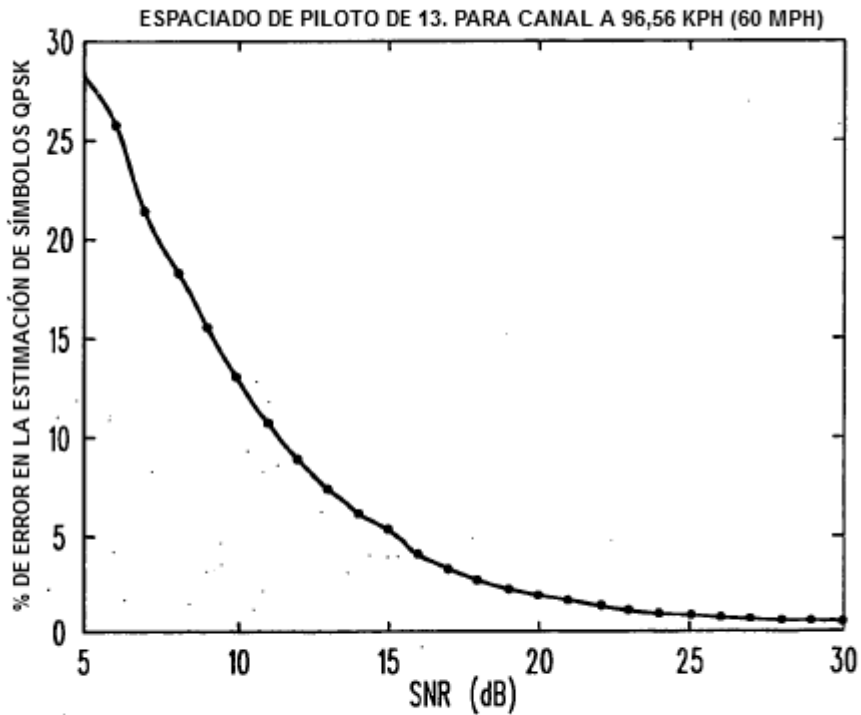


FIG. 6



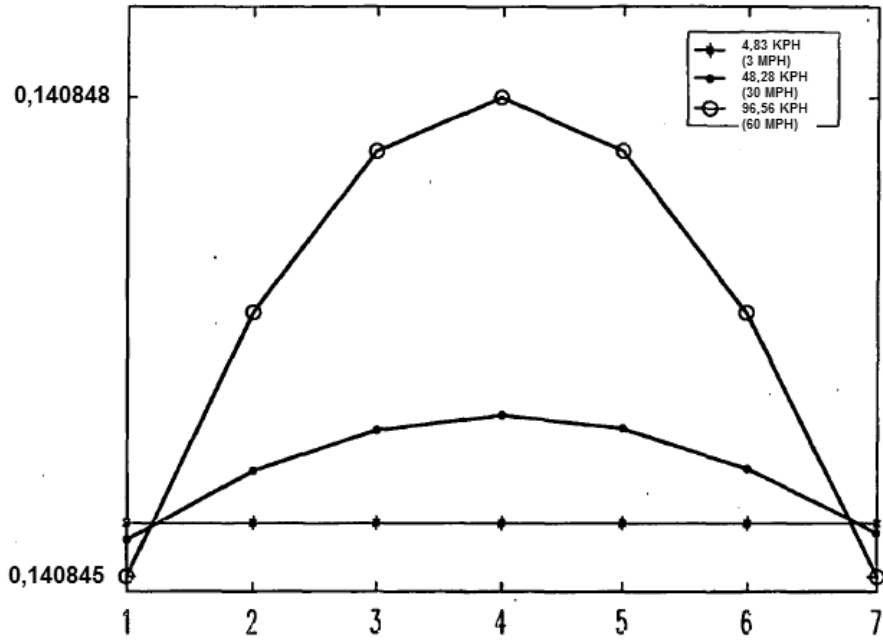
**FIG. 7**



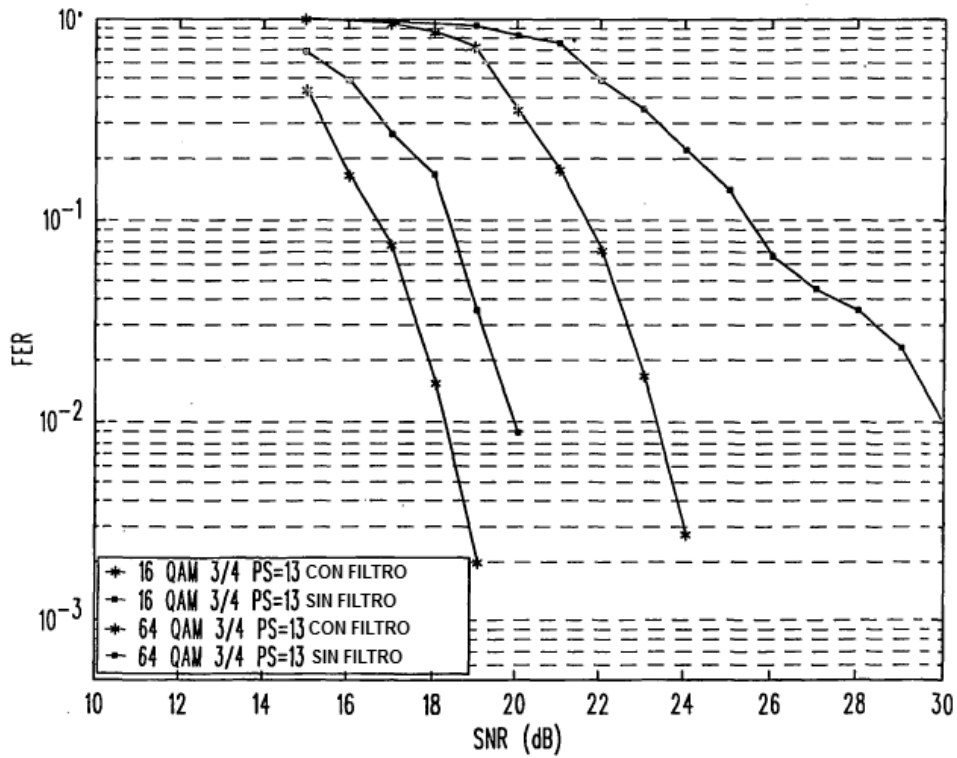
PORCENTAJE DE ERROR EN LA ESTIMACIÓN DE SÍMBOLOS QPSK TRANSMITIDOS QUE SE PUEDEN USAR COMO PILOTOS, CANAL URBANO TÍPICO A 96,56 KPH (60 MPH)

**FIG. 8**

3 CONJUNTOS DE COEFICIENTES FIR DE 7 DERIVACIONES **FIG. 9**



**FIG. 10**



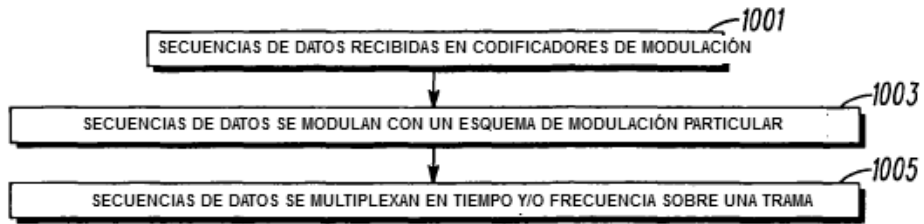


FIG. 11

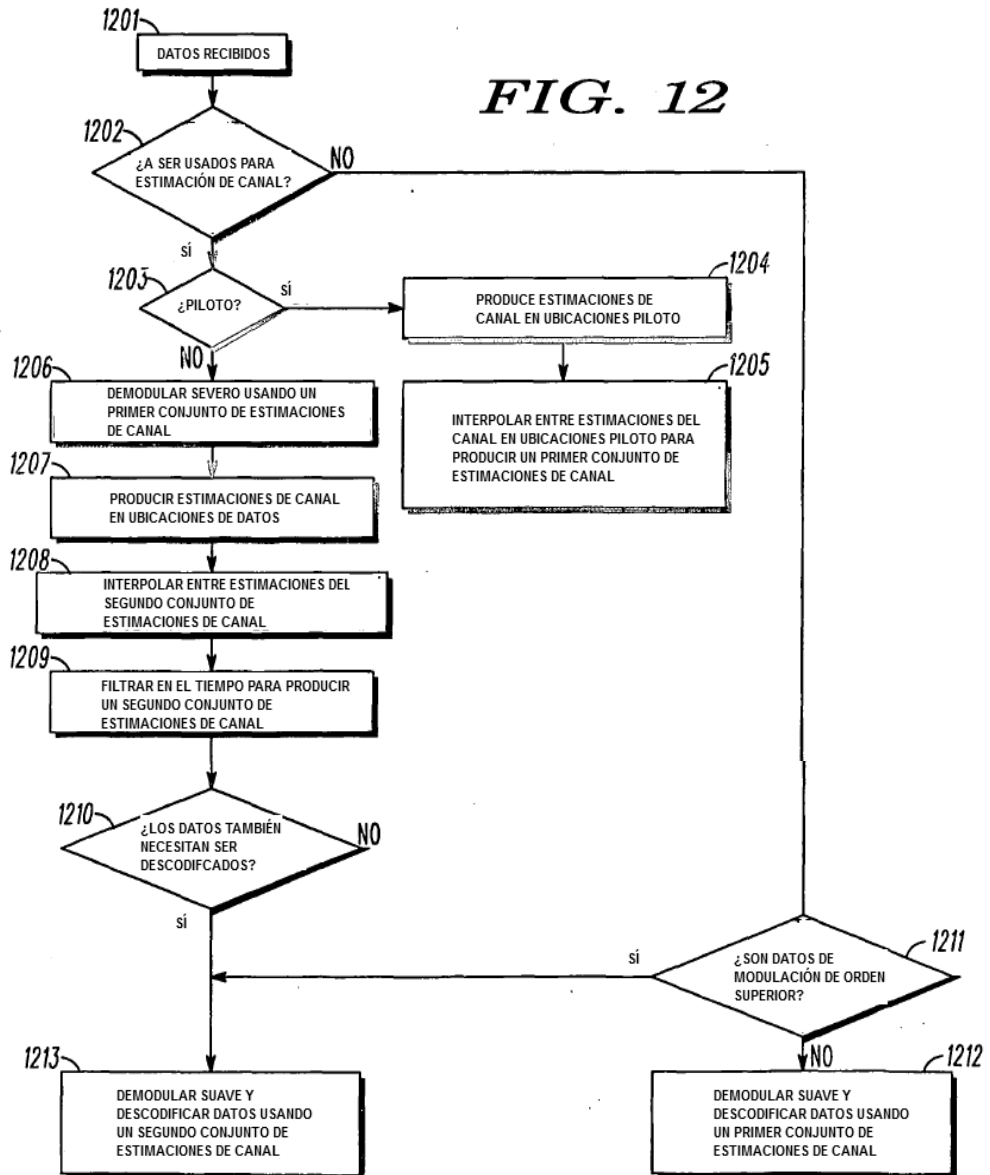


FIG. 12