(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 372 957**

(51) Int. Cl.:
H04L 25/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **05252916 .1**
(96) Fecha de presentación: **12.05.2005**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1596548**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **16.11.2005**

(54) Título: **DISPOSITIVO DE ESTIMACIÓN DE CANAL, MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE CANAL, Y RECEPTOR INALÁMBRICO.**

(30) Prioridad:
13.05.2004 JP 2004144183

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.01.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.01.2012

(73) Titular/es:
NTT DOCOMO, INC.
11-1, NAGATACHO 2-CHOME, CHIYODA-KU
TOKYO 100-6150, JP

(72) Inventor/es:
Higuchi, Kenichi;
Kawai, Hiroyuki;
Maeda, Noriyuki y
Sawahashi, Mamoru

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

ES 2 372 957 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

Dispositivo de estimación de canal, método de estimación de canal, y receptor inalámbrico

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere, en general, a comunicaciones inalámbricas mediante el método de múltiple entrada múltiple salida (MIMO, multi-input multi-output) y el método de múltiples portadoras y, más en concreto, se refiere a un dispositivo de estimación de canal, un método de estimación de canal, y un receptor inalámbrico, que son utilizados en dichas comunicaciones inalámbricas.

En este campo tecnológico, se están realizando estudios para obtener sistemas de comunicación de información de alta capacidad y alta velocidad, de las generaciones presente, siguiente y posteriores. Se está prestando atención al método MIMO para incrementar la capacidad de comunicación, y al método de múltiples portadoras para reducir la interferencia en un entorno de propagación de trayectos múltiples. En concreto, se está dirigiendo más atención al método de multiplexado por división de frecuencias ortogonales (OFDM, orthogonal frequency division multiplexing).

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de comunicación MIMO, que incluye un transmisor 102 y un receptor 104. Tal como se muestra en la figura 1, de acuerdo con el método MIMO, se transmiten simultáneamente diferentes señales desde antenas de transmisión 106-1 hasta 106-N a la misma frecuencia. Estas señales de transmisión son recibidas por antenas de recepción 108-1 hasta 108-N. Para facilitar la explicación, en este ejemplo el número de antenas de transmisión y el número de antenas de recepción es de N para ambos casos. Sin embargo, el número de antenas de transmisión puede ser diferente al número de antenas de recepción.

La figura 2 es una vista esquemática del receptor 104. Las señales de recepción Y_1 hasta Y_N recibidas por las respectivas antenas de recepción 108-1 hasta 108-N, son introducidas en un detector 202 de señal. Las señales de recepción Y_1 hasta Y_N son introducidas asimismo en una unidad 204 de estimación de canal. Basándose en señales de recepción que incluyen señales piloto conocidas en los lados tanto de transmisión como de recepción, la unidad 204 de estimación de canal determina un valor de la respuesta al impulso del canal (CIR, channel impulse response) o un valor estimado del canal, realizando de ese modo la estimación de canal.

La figura 3 es una vista esquemática que ilustra la estructura y el funcionamiento de la unidad 204 de estimación de canal. En este ejemplo ilustrado en la figura 3, las señales piloto son multiplexadas en tiempo en una trama. En este caso, las señales piloto se representan como la secuencia de señal de "+1, +1, -1, -1", y estas señales están contenidas en cuatro posiciones en la trama. En la trama, las partes diferentes a las señales piloto son equivalentes a señales de datos o similares. Tal como se indica mediante la línea de trazos de la figura 3, en los multiplicadores 301 hasta 304 de la unidad 204 estimación de canal, las señales piloto extraídas de la trama se multiplican por las señales contenidas por la unidad 204 de estimación de canal. Los resultados de la multiplicación de los respectivos multiplicadores 301 hasta 304 se suman en un sumador 305. La salida posterior a la operación de adición representa el valor estimado del canal.

De nuevo haciendo referencia a la figura 2, el detector 202 de señal separa las señales transmitidas desde las respectivas antenas de transmisión 106-1 hasta 106-N, en base a las señales de recepción suministradas desde las antenas de recepción 108-1 hasta 108-N, y al valor estimado del canal suministrado desde la unidad 204 de estimación de canal. A continuación, las señales separadas son suministradas a un descodificador de canal para llevar a cabo otras operaciones de descodificación.

Se de a conocer un ejemplo de la estimación de canal convencional en la solicitud de patente japonesa a inspección pública número 2003-338779, por ejemplo.

Mediante el método MIMO descrito anteriormente los canales (vías de propagación) se determinan, presumiblemente, entre las antenas de transmisión y las antenas de recepción respectivas, y tienen, en general, variaciones de canal diferentes. Especialmente, en el caso en que se utiliza un método de múltiples portadoras, es necesario establecer un valor estimado del canal para cada subportadora. Por consiguiente, en el caso en que se utiliza el método MIMO o un método de múltiples portadoras, es necesario determinar con precisión un número muy grande de valores estimados de canal. De lo contrario, se complicará la separación apropiada de las señales en el detector 202 de señal. Por ejemplo, el número de antenas de transmisión y el número de antenas de recepción es de 2 en ambos casos, se utiliza el método de modulación QPSK, y se utilizan ocho subportadoras. En tal caso, hay cuatro tipos de posibles puntos de señal para cada una de las antenas de transmisión. Por lo tanto, es necesario examinar 16 combinaciones de puntos de señal para cada una de las ocho subportadoras en el lado de recepción.

Sin embargo, en la estimación de canal convencional mostrada en las figuras 2 y 3, la precisión de la estimación de canal no es necesariamente alta, y puede no realizarse apropiadamente la separación de las señales en algunos

entornos de comunicación. Cuando se incrementan el número de antenas, el número de subportadoras y el número de puntos de señal en la modulación multivaluada, este problema se agrava.

El documento US 2003/0072254A da reconocer un dispositivo de estimación de canal que es utilizado en un receptor inalámbrico que recibe una serie de señales piloto a través de una serie de antenas de recepción, siendo moduladas las señales piloto por un método de múltiples portadoras, y siendo transmitidas desde una serie de antenas de transmisión, siendo las señales piloto ortogonales entre sí.

La invención da a conocer un dispositivo, un receptor y un método como los definidos en las reivindicaciones 1, 7 y 8.

La presente invención puede proporcionar dispositivos de estimación de canal, métodos de estimación de canal, y receptores inalámbricos en los cuales son eliminadas las desventajas anteriores, y puede realizar estimación de canal con alta precisión en el receptor inalámbrico que utiliza el método MIMO o el método de múltiples portadoras.

De acuerdo con la presente invención, puede realizarse la estimación de canal con alta precisión promediando los valores estimados del canal.

Los anteriores y otros objetivos y características de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos anexos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de comunicación MIMO convencional;

la figura 2 es una vista esquemática de un receptor MIMO convencional.

la figura 3 es una vista esquemática que muestra del funcionamiento de la unidad de estimación de canal;

la figura 4 es una vista esquemática de un receptor que incluye un dispositivo de estimación de canal, de acuerdo con una realización de la presente invención.

la figura 5 muestra esquemáticamente un funcionamiento, de acuerdo con la presente invención;

la figura 6 es una tabla de factores de ponderación;

la figura 7 muestra una modificación de la unidad de estimación de canal, de acuerdo con la presente invención; y

la figura 8 muestra los resultados de una simulación en la que se compara un método acorde con la presente invención, con un método convencional.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Lo que sigue es una descripción de realizaciones de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos anexos.

A continuación, señales piloto que están moduladas por el método OFDM son transmitidas desde las antenas de transmisión de un transmisor que es igual al transmisor ilustrado en la figura 1. Las señales piloto están representadas por secuencias de señal predeterminadas que son ortogonales entre sí.

La figura 4 es una vista esquemática de un receptor que incluye un dispositivo de estimación de canal, de acuerdo con una realización de la presente invención. Este receptor incluye una unidad 402 de estimación de canal, una unidad 404 de promediación, y una unidad 406 de determinación del factor de ponderación. Estos componentes ubicados en el interior del cuadro con línea punteada de la figura 4, constituyen el "dispositivo de estimación de canal". Además de estos componentes, el receptor incluye un detector 408 de señal.

La unidad 402 de estimación de canal entrega un valor de respuesta al impulso del canal o un valor estimado del canal, en función de las señales y de las señales piloto recibidas en las antenas de recepción respectivas. Cuando se utiliza el método de modulación OFDM en esta realización, se entrega un valor estimado del canal para cada subportadora. La estructura y el funcionamiento de la unidad 402 de estimación de canal son iguales a las mostradas en la figura 3, excepto en que la salida desde la unidad 402 de estimación de canal no es introducida directamente al detector 408 de señal, sino que es introducida a la unidad 404 de promediación.

La unidad 404 de promediación, promedia de manera ponderada valores estimados del canal. El factor de ponderación que se utiliza para la ponderación se determina en la unidad 406 de determinación del factor de ponderación. La unidad 404 de promediación y la unidad 406 de determinación del factor de ponderación se describen en detalle a continuación.

En base a la señal de recepción procedente de cada antena de recepción y al valor estimado del canal promediado, el detector 408 de señal detecta y separa la señal transmitida desde cada antena de transmisión. La separación de las señales puede llevarse a cabo mediante el método de mínimo error cuadrático medio (MMSE, minimum mean square error), mediante una decisión de máxima verosimilitud (MLD, maximum likelihood decision), o mediante una decisión de máxima verosimilitud de tipo modulación QR, por ejemplo. A continuación, cada señal de transmisión separada es suministrada a un descodificador de canal para su posterior desmodulación.

La figura 5 muestra esquemáticamente el funcionamiento acorde con esta realización. Esta operación será realizada por la unidad 402 de estimación de canal, la unidad 404 de promediación, y la unidad 406 de determinación del factor de ponderación, las cuales constituyen el "dispositivo de estimación de canal". En el ejemplo mostrado en la figura 5, para determinar un valor estimado del canal promediado con respecto a cierto segmento de tiempo n y a cierta subportadora k, o bloque B_{nk}, se promedian los nueve valores estimados del canal del bloque B_{nk} y los ocho bloques vecinos. En el ejemplo mostrado en la figura 5, el número de antenas de transmisión y el número de antenas de recepción es de 4 en ambos casos, y las señales piloto que son transmitidas desde las respectivas antenas de transmisión y son ortogonales entre sí, pueden tener los siguientes contenidos:

Antena de transmisión 1: (1, 1, 1, 1)

Antena de transmisión 2: (1, -1, 1, -1)

Antena de transmisión 3: (1, -1, -1, 1)

Antena de transmisión 4: (1, 1, -1, -1)

Los contenidos de las cuatro señales son multiplexados temporalmente con señales de transmisión, y a continuación son transmitidos. En la figura 5, se muestran a modo de ejemplo los contenidos de las señales, transmitidos a través de la antena de transmisión 4. Por supuesto, se lleva a cabo la misma operación con las otras señales piloto, pero se omite dicha operación para simplificar la explicación.

Las señales y_1 hasta y_N que se reciben en las antenas de recepción respectivas, son introducidas en la unidad 402 de estimación de canal, mostrada en la figura 4, y se entrega un valor estimado del canal para cada trama o bloque que se identifican con una subportadora o un segmento de tiempo. En el caso mostrado en la figura 5, se obtiene un valor estimado del canal para cada uno de los nueve bloques $B_{n-1\ k-1}$ hasta $B_{n+1\ k+1}$. En la figura 5, los componentes para determinar el valor estimado del canal (o los componentes para determinar la suma de las salidas de cuatro multiplicadores) se muestran en el recuadro de línea punteada bajo el bloque central B_{nk}. Sin embargo, los componentes equivalentes para los otros bloques no se muestran para simplificar el dibujo.

El valor estimado del canal calculado con respecto a cada bloque, es suministrado a una de las entradas de cada multiplicador correspondiente, y el correspondiente factor de ponderación es suministrado a la otra de las entradas del multiplicador correspondiente. Por ejemplo, el valor estimado del canal, con respecto al bloque B_{nk}, es suministrado a una de las entradas del multiplicador 542, y el correspondiente factor de ponderación (1,0 en este ejemplo) es suministrado a la otra de las entradas del multiplicador 542. Los valores estimados del canal con respecto a la misma subportadora k así como a los segmentos de tiempo n-1 y n+1 adyacentes al segmento de tiempo n, son suministrados a las entradas de los multiplicadores 541 y 543, respectivamente, y los correspondientes factores de ponderación $\alpha_{Tiempo,n-1}$ y $\alpha_{Tiempo,n+1}$ son suministrados a las otras entradas de los multiplicadores 541 y 543, respectivamente. La salida de cada uno de los multiplicadores 541, 542 y 543 es suministrada al sumador 544, y la salida del sumador 544 es suministrada a una de las entradas del multiplicador 545. El correspondiente factor de ponderación (1,0 en este ejemplo) es suministrado a la otra de las entradas del multiplicador 545. La salida del multiplicador 545 puede asociarse al valor promedio ponderado de los valores estimados del canal, con respecto a la subportadora k sobre los tres segmentos de tiempo.

Análogamente, el valor de la suma ponderada sobre los tres segmentos de tiempo con respecto a la subportadora k-1, que es una de las dos subportadoras adyacentes a la subportadora k, es suministrado a una de las entradas del multiplicador 525, y el factor de ponderación $\alpha_{Frec,k-1}$ es suministrado a la otra de las entradas del multiplicador 525. La salida del multiplicador 525 puede asociarse al valor promedio ponderado de los valores estimados del canal, con respecto a la subportadora k-1 sobre los tres segmentos de tiempo. El valor de la suma ponderada sobre los tres segmentos de tiempo, con respecto a la subportadora k+1, que es la otra de las dos subportadoras adyacentes a la subportadora k, es suministrado a una de las entradas del multiplicador 565, y el factor de ponderación $\alpha_{Frec,k+1}$ es suministrado a la otra de las entradas del multiplicador 565. La salida del multiplicador 565 puede asociarse al valor

promedio ponderado de los valores estimados del canal, con respecto a la subportadora k+1, sobre los tres segmentos de tiempo.

Las salidas de los multiplicadores en 525, 545 y 565 son sumadas por el sumador 581. La salida del sumador 581 puede asociarse al valor promedio ponderado de los valores estimados del canal, con respecto a las tres subportadoras k-1, k y k+1, sobre los tres segmentos de tiempo n-1, n y n+1. Las operaciones para la suma ponderada y el promedio ponderado de los valores estimados del canal, se llevan a cabo principalmente en la unidad 404 de promediación mostrada en la figura 4. El valor promediado estimado del canal, que se entrega desde el sumador 581, es suministrado finalmente al detector 408 de señal. Alimentado con el valor promedio estimado del canal, que está promediado con alta precisión, el detector 408 de señal puede llevar a cabo la separación de las señales con alta precisión.

El factor de ponderación que es suministrado a cada multiplicador, es determinado por la unidad 406 de determinación del factor de ponderación, mostrada en la figura 4. Aunque el factor de ponderación a suministrar a los multiplicadores 522, 542 y 562 es de 1,0 en el ejemplo mostrado en la figura 5, puede proporcionarse otro valor. El factor de ponderación predeterminado $\alpha_{n,k}$ puede variarse con cada bloque determinado por un segmento de tiempo n y una subportadora k. No obstante, para reducir la cantidad de memoria y la carga de trabajo operativa, es posible establecer el mismo valor para dos o más bloques. Por ejemplo, los factores de ponderación $\alpha_{n-1,k}$ y $\alpha_{n+1,k}$ con respecto a los segmentos de tiempo adyacentes a un segmento de tiempo n pueden ser el mismo (también en la dirección de la subportadora).

Los factores de ponderación pueden ser valores fijos que puede utilizarse durante un largo periodo de tiempo, o pueden variar dependiendo del estado de la comunicación. En el último caso, cada factor de ponderación puede dividirse en una componente de tiempo y una componente de frecuencia, para tratar las variaciones de canal tanto en el dominio de tiempo como en el dominio de frecuencia. Por ejemplo, los factores de ponderación pueden expresarse como $\alpha_{n,k} = \alpha_{Frec,k} \times \alpha_{Tiempo,n}$. En tal caso, los factores de ponderación pueden reflejar la influencia de las variaciones del canal en el dominio de frecuencia y la influencia de las variaciones del canal en el dominio de tiempo, de manera mutuamente separada. Alternativamente, utilizando otra técnica para expresar factores de ponderación, es posible asociar variaciones de canal en el dominio de frecuencia, con las correspondientes variaciones de canal en el dominio de tiempo. La componente de tiempo $\alpha_{Tiempo,n}$ de un factor de ponderación puede establecerse dependiendo de la frecuencia Doppler máxima, por ejemplo. La componente de frecuencia $\alpha_{Frec,k}$ puede establecerse dependiendo del valor estimado de la dispersión del retardo, por ejemplo.

En el ejemplo ilustrado en la figura 5, son utilizados los valores estimados del canal de los ocho bloques adyacentes para promediar los valores estimados del canal con respecto al bloque B_{nk}. No obstante, la presente invención no se limita a la realización anterior.

El número de valores estimados del canal a utilizar en el proceso de promediación puede determinarse arbitrariamente estableciendo un factor de ponderación apropiado. En un entorno de utilización habitual, tal como un terminal de comunicación móvil de baja velocidad, por ejemplo, las variaciones de canal en el dominio de tiempo son menores que las variaciones de canal en el dominio de frecuencia. Por lo tanto, se lleva a cabo en primer lugar la promediación de los valores estimados del canal en el dominio de tiempo, o se incrementa el número de valores promedio en el dominio de tiempo frente a los del dominio de frecuencia.

Tal como se muestra en la figura 5, en la realización descrita anteriormente, el proceso de promediación en el dominio de frecuencia se lleva a cabo después del proceso de promediación en el dominio de tiempo. Sin embargo, el proceso de promediación en el dominio de tiempo puede realizarse después del proceso de promediación en el dominio de frecuencia.

La figura 6 muestra una tabla de factores de ponderación generales. El número de segmentos de tiempo a utilizar en un proceso de promediación es $N^-_{Tiempo} + N^+_{Tiempo} + 1$. El número de subportadoras a utilizar en un proceso de promediación es $N^-_{Frec} + N^+_{Frec} + 1$. Por consiguiente, para promediar los valores estimados del canal con respecto al bloque B_{nk} (con un factor de ponderación α_{00}), se lleva a cabo un proceso de promediación de la ponderación sobre $(N^-_{Tiempo} + N^+_{Tiempo} + 1) \times (N^-_{Frec} + N^+_{Frec} + 1)$ de los valores estimados del canal. El proceso de promediación que utiliza dichos factores de ponderación, se lleva a cabo de acuerdo con la siguiente ecuación:

(Ecuación 1)

$$\xi'(n) = \frac{\sum_{k'=-N^-_{Frec}}^{N^+_{Frec}} \sum_{n'=-N^-_{Tiempo}}^{N^+_{Tiempo}} \alpha_{n',k'} \xi_{k+k'}(n+n')}{\sum_{k'=-N^-_{Frec}}^{N^+_{Frec}} \sum_{n'=-N^-_{Tiempo}}^{N^+_{Tiempo}} \alpha_{n',k'}}$$

donde ξ_k' representa el valor ponderado estimado del canal con respecto a un segmento de tiempo n y una subportadora k, y $\xi_k(n)$ representa un valor no promediado de estimación del canal con respecto al segmento de tiempo n y la subportadora k. En el ejemplo mostrado en la figura 5, N^-_{Tiempo} y N^+_{Tiempo} valen ambos 1, y N^-_{Frec} y N^+_{Frec} valen ambos 1.

En el proceso de promediación de los valores estimados del canal con respecto al bloque B_{nk}, si las subportadoras están muy alejadas entre sí, la promediación resulta insignificante para la separación de señales con alta precisión. Esto se debe a que la variación del canal en la dirección axial de la frecuencia se incrementa cuando las subportadoras están separadas del objeto sobre el que va a realizarse la promediación. Teniendo esto en cuenta, cada factor de ponderación se fija a un valor tal que sea menor cuando la subportadora correspondiente está más alejada del objeto de promediación. Análogamente, en la dirección axial del tiempo, cada factor de ponderación se fija asimismo a un valor tal que sea menor cuando la subportadora correspondiente está más alejada del objeto de promediación.

La figura 7 muestra una modificación de la unidad 402 de estimación de canal. En esta modificación, las señales piloto no están multiplexadas en tiempo con las señales de transmisión, sino que están multiplexadas en código con las señales de transmisión. En dicho caso, las señales de recepción son sometidas a retrodifusión en la unidad 702 de retrodifusión, con objeto de extraer los contenidos (1, 1, -1, -1) de las señales piloto. Después de esto, se llevan a cabo los mismos procedimientos que se han descrito anteriormente para calcular la cantidad representada por los valores estimados del canal.

La figura 8 muestra los resultados de una simulación en la que se compara un método acorde con la presente invención, con un método convencional. La simulación se llevó a cabo bajo las condiciones siguientes:

Número N de antenas de transmisión y recepción: 4

Tipo de modulación: 16 QAM

Tasa de turbo-codificación: 8/9

Número estimado L de trayectorias múltiples: 6

Frecuencia Doppler máxima fd: 20 Hz

Dispersión del retardo $\sigma = 0{,}26\ \mu s$

Velocidad de la información: 1 Gbps

Número de bloques utilizados para el promedio:

$$N^-_{Tiempo} = N^+_{Tiempo} = N^-_{Frec} = N^+_{Frec} = 1$$

Factor de ponderación:

$$\alpha_{00} = 1{,}0,\ \alpha_{Tiempo,\,1} = 1{,}0,\ \alpha_{Frec,\,1} = 0{,}2$$

En la figura 8, la abscisa indica la tasa de densidad señal/ruido (Eb/N_0) promedio, por 1 bit de información, y la ordenada indica la tasa de bloques erróneos (BLER, block error rate) promedio. En el gráfico, ○ Indica los resultados de la estimación ideal, ● Indica los resultados de la estimación de un funcionamiento acorde con la presente invención, y × indica los resultados de la estimación de un funcionamiento acorde con la técnica anterior. Los resultados de la estimación acorde con la presente invención y de la estimación acorde con la técnica anterior, se muestran como curvas que son sustancialmente paralelas a la curva ideal. Sin embargo, los resultados de la estimación acorde con la presente invención muestran una mejora de unos 2 dB, en comparación con los resultados de la técnica anterior.

Debe observarse que la presente invención no se limita a las realizaciones dadas a conocer de manera específica anteriormente, sino que pueden realizarse otras variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de estimación de canal que se utiliza en un receptor inalámbrico que recibe una serie de señales piloto a través de una serie de antenas de recepción, siendo moduladas las señales piloto mediante un método de múltiples portadoras y siendo transmitidas desde una serie de antenas de transmisión, siendo las señales piloto ortogonales entre sí,

estando el dispositivo de estimación de canal **caracterizado por**:

una unidad 402 de estimación que determina un valor estimado del canal para cada segmento de tiempo unitario y cada subportadora unitaria; y

una unidad 404 de promediación, que promedia los valores estimados del canal sobre una serie de segmentos de tiempo que incluyen un segmento de tiempo objetivo, y una serie de subportadoras que incluyen una subportadora objetivo, determinando de ese modo un valor promedio estimado del canal, en donde el factor de ponderación de cada uno de los valores estimados del canal a promediar está representado por el producto de una componente de frecuencia que varía con una variación del canal en el dominio de frecuencia y una componente de tiempo que varía con una variación del canal en el dominio de tiempo.

2. El dispositivo de estimación de canal acorde con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el factor de ponderación del valor estimado del canal con respecto al segmento de tiempo objetivo y a la subportadora objetivo se establece en un valor igual o mayor que el factor de ponderación del valor estimado del canal con respecto a otro segmento de tiempo u otra subportadora.

3. El dispositivo de estimación de canal acorde con la reivindicación 1, además **caracterizado por**:

una unidad (406) de ajuste, que ajusta el factor de ponderación de cada uno de los valores estimados del canal a promediar, en función de una variación del canal en el dominio de frecuencia o en el dominio de tiempo.

4. El dispositivo de estimación de canal acorde con la reivindicación 1, **caracterizado porque** las señales piloto que son ortogonales entre sí son multiplexadas en tiempo con señales transmitidas desde las antenas de transmisión.

5. El dispositivo de estimación de canal acorde con la reivindicación 1, **caracterizado porque** las señales piloto que son ortogonales entre sí son multiplexadas en código con señales transmitidas desde las antenas de transmisión.

6. El dispositivo de estimación de canal acorde con la reivindicación 1, en el que las señales piloto que son ortogonales entre sí son multiplexadas en frecuencia con señales transmitidas desde las antenas de transmisión.

7. Un receptor inalámbrico que recibe una serie de señales piloto a través de una serie de antenas de recepción, siendo moduladas las señales piloto mediante un método de múltiples portadoras y siendo transmitidas desde una serie de antenas de transmisión, siendo las señales piloto ortogonales entre sí, y

un dispositivo de estimación de canal que es utilizado en el receptor inalámbrico, estando el dispositivo de estimación de canal **caracterizado por**:

una unidad (402) de estimación, que determina un valor estimado del canal para cada segmento de tiempo unitario y cada subportadora unitaria; y

una unidad (404) de promediación, que promedia los valores estimados del canal sobre una serie de segmentos de tiempo que incluyen un segmento de tiempo objetivo, y una serie de subportadoras que incluyen una subportadora objetivo, determinando de ese modo un valor promedio estimado del canal, en donde el factor de ponderación de cada uno de los valores estimados del canal a promediar está representado por el producto de una componente de frecuencia que varía con una variación del canal en el dominio de frecuencia y una componente de tiempo que varía con una variación del canal en el dominio de tiempo.

8. Un método de estimación de canal, **caracterizado por**:

un procedimiento de transmisión de señales que transmite una serie de señales piloto a través de una serie de antenas de transmisión, siendo moduladas las señales piloto por un método de múltiples portadoras y siendo ortogonales entre sí;

un procedimiento de recepción de señales que recibe con una serie de antenas de recepción las señales piloto transmitidas;

un procedimiento de determinación del valor estimado del canal, que determina un valor estimado del canal para cada segmento de tiempo unitario y cada subportadora unitaria, en base a las señales de recepción; y

un procedimiento de determinación del valor promedio estimado del canal, que determina un valor promedio estimado del canal promediando valores estimados del canal sobre una serie de segmentos de tiempo que incluyen un segmento de tiempo objetivo, y una serie de subportadoras que incluyen una subportadora objetivo, en donde el factor de ponderación de cada uno de los valores estimados del canal a promediar está representado por el producto de una componente de frecuencia que varía con una variación del canal en el dominio de frecuencia y una componente de tiempo que varía con una variación del canal en el dominio de tiempo.

FIG. 1 TÉCNICA ANTERIOR

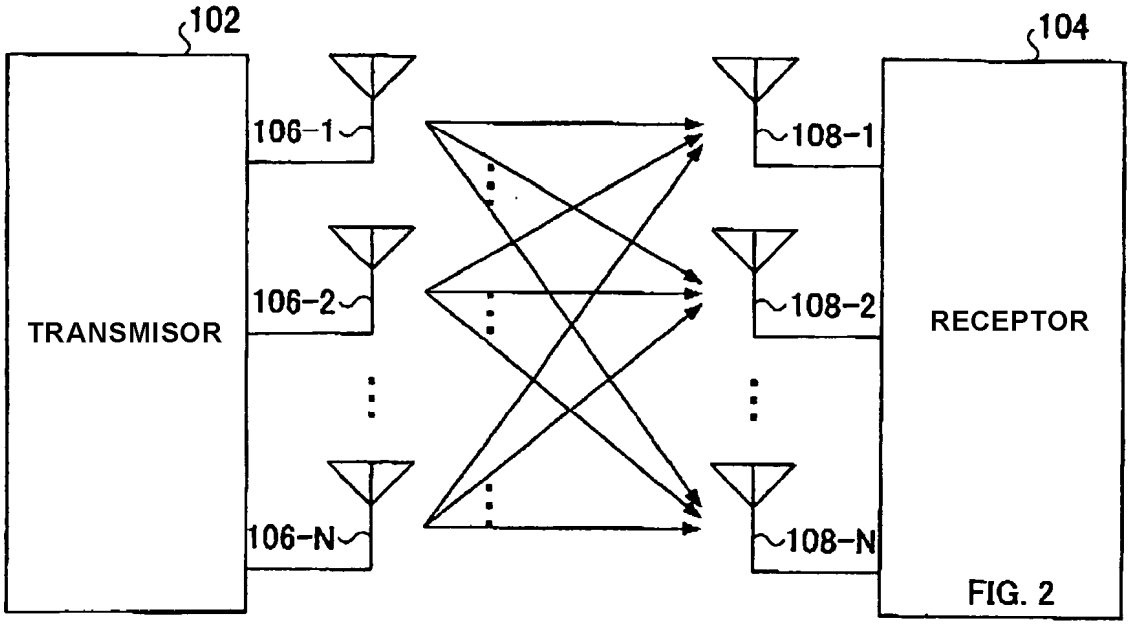


FIG. 2 TÉCNICA ANTERIOR

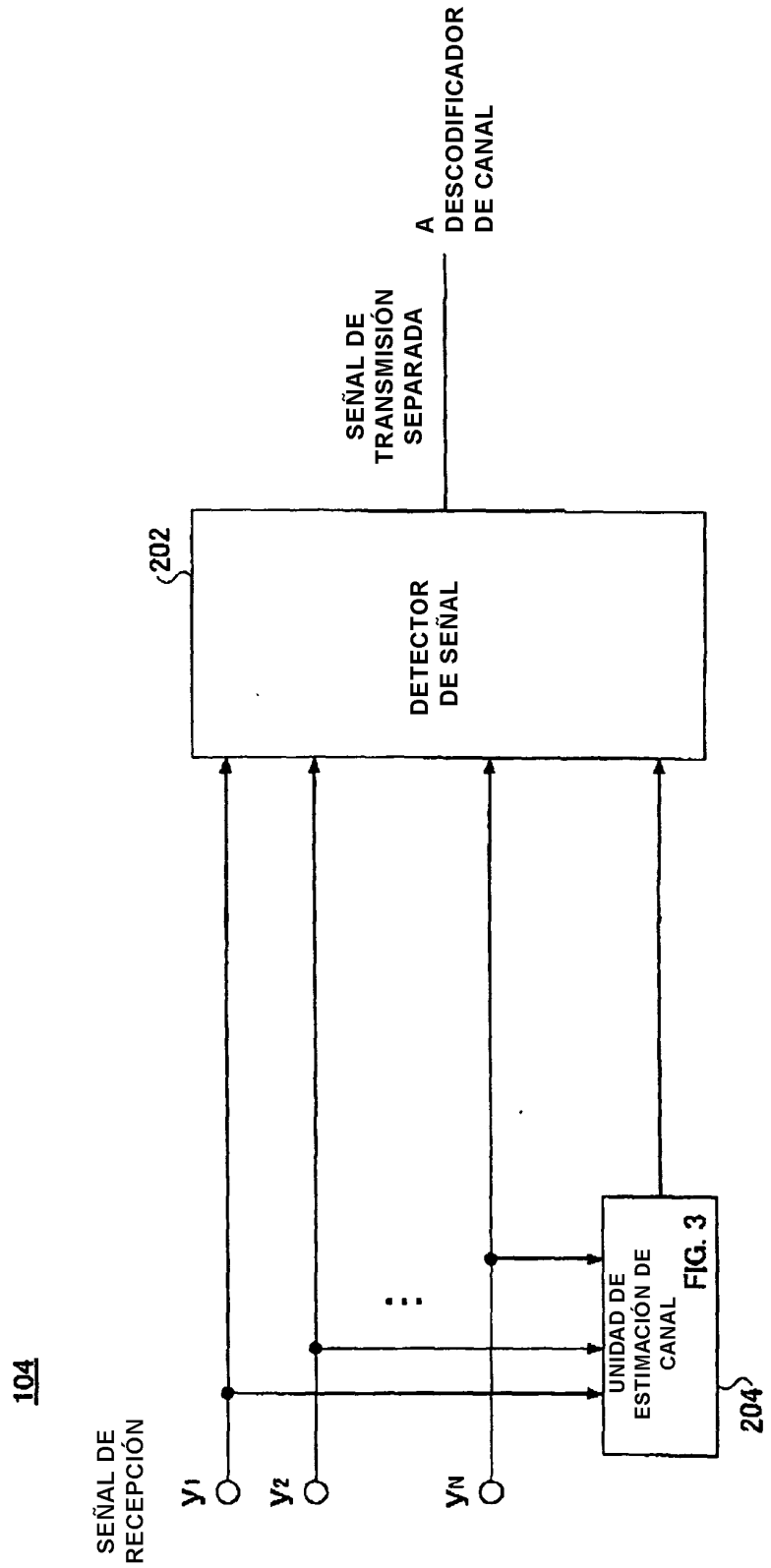


FIG. 3 TÉCNICA ANTERIOR

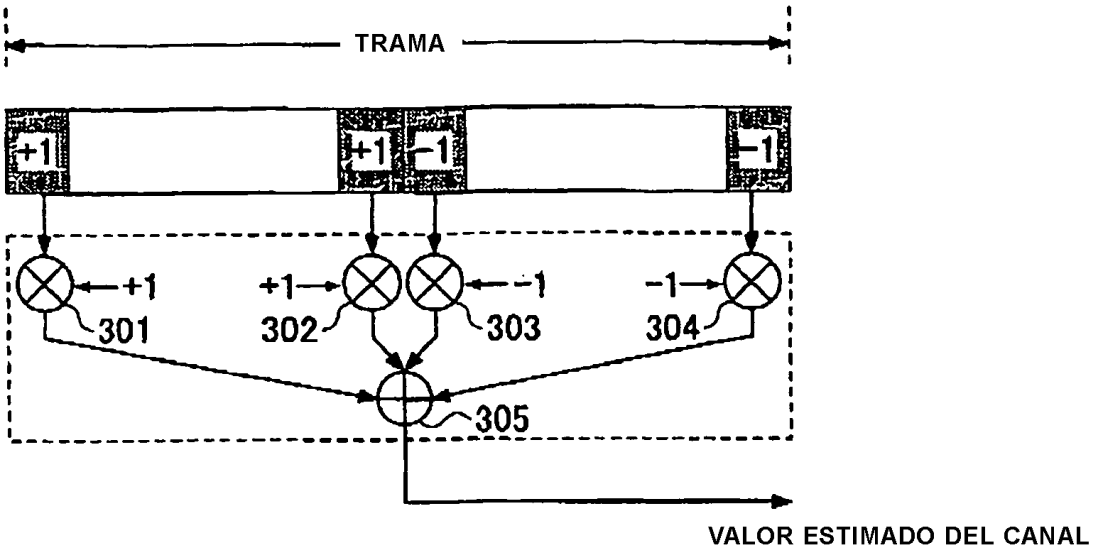


FIG.4

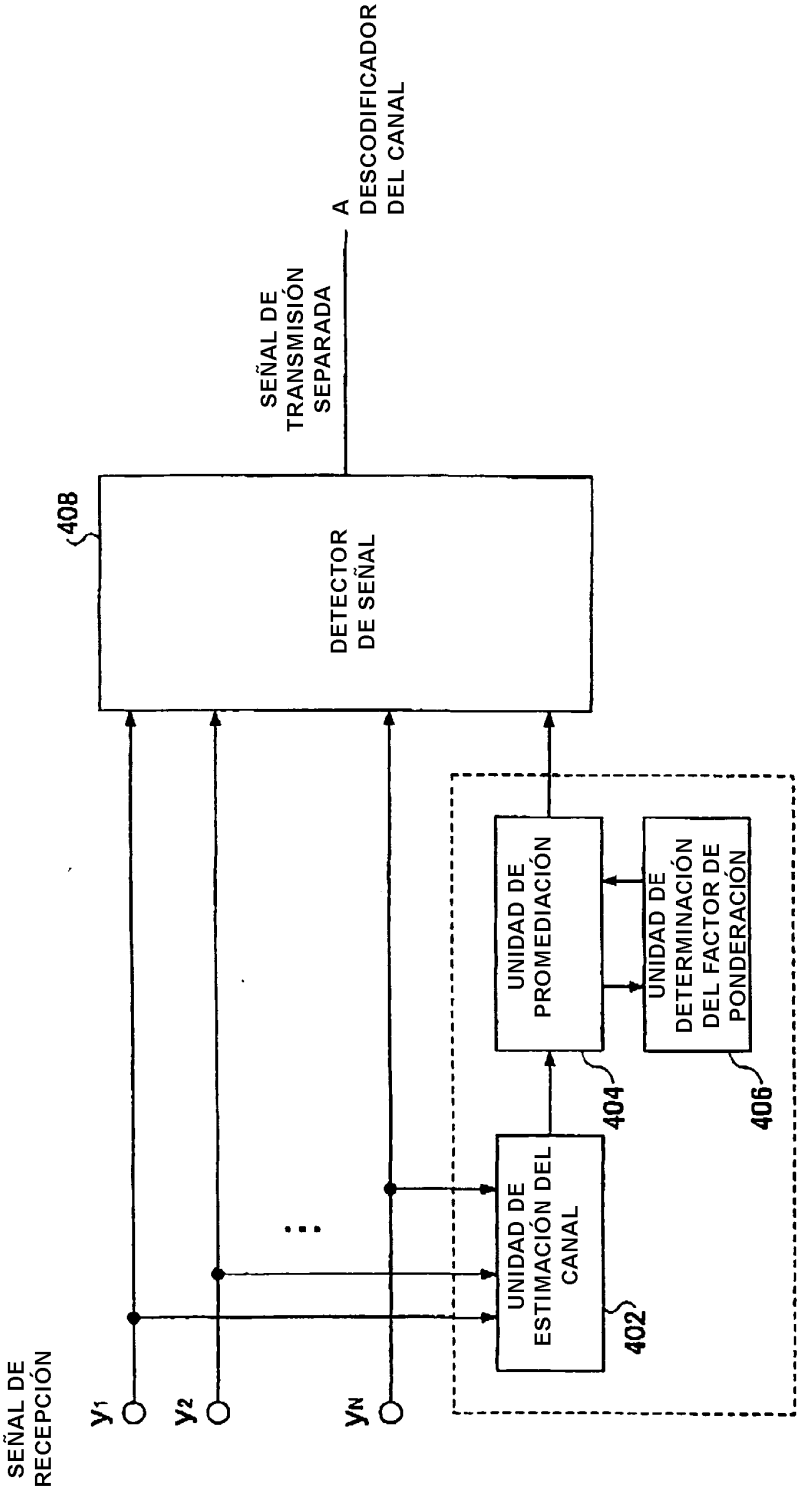

SEÑAL DE RECEPCIÓN
y1
y2
yN
UNIDAD DE ESTIMACIÓN DEL CANAL
402
UNIDAD DE PROMEDIACIÓN
404
UNIDAD DE DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE PONDERACIÓN
406
408
DETECTOR DE SEÑAL
SEÑAL DE TRANSMISIÓN SEPARADA
A DESCODIFICADOR DEL CANAL

FIG.5

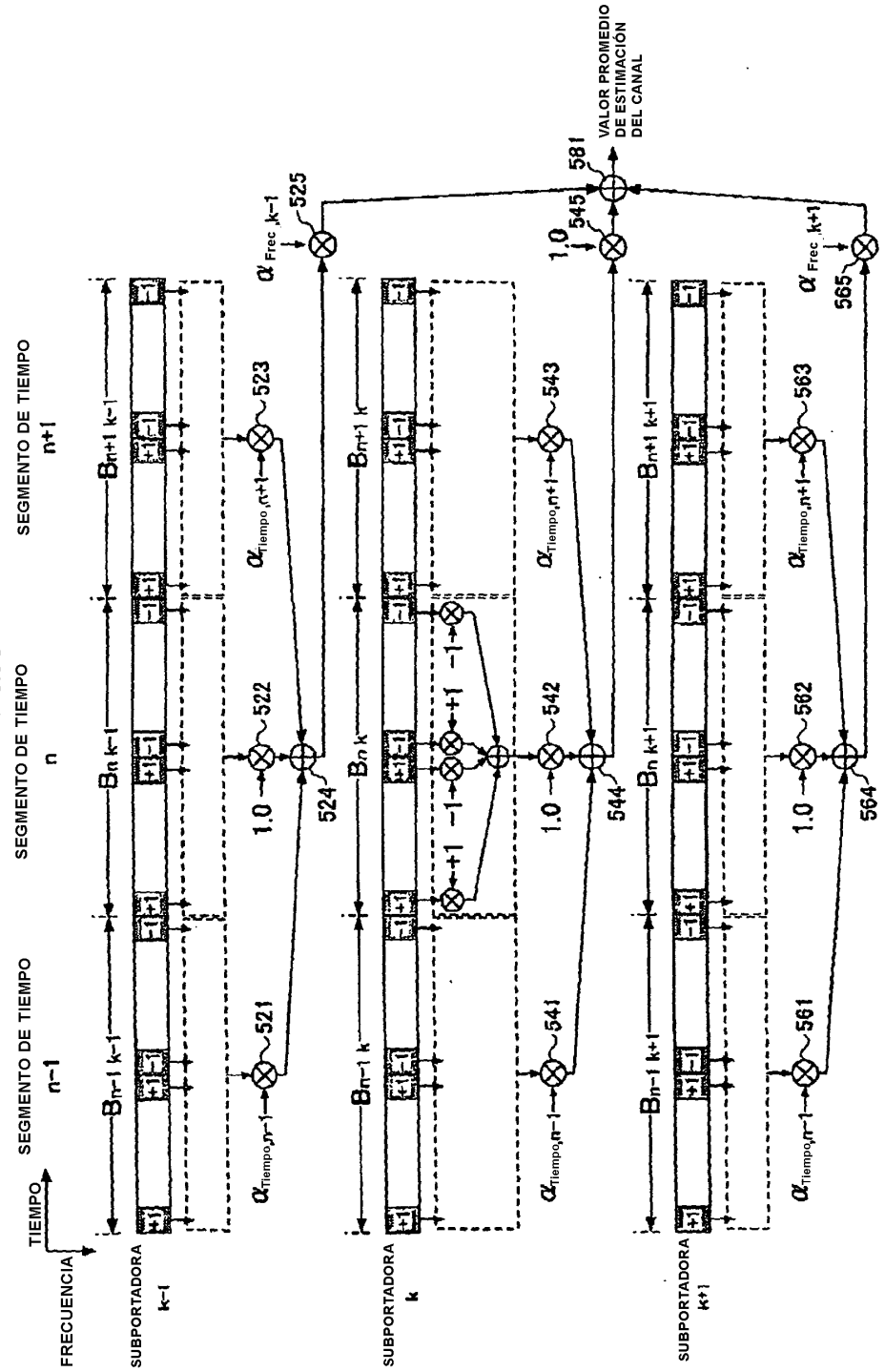

TIEMPO
FRECUENCIA
SEGMENTO DE TIEMPO n-1
SEGMENTO DE TIEMPO n
SEGMENTO DE TIEMPO n+1
SUBPORTADORA k-1
SUBPORTADORA k
SUBPORTADORA k+1
VALOR PROMEDIO DE ESTIMACIÓN DEL CANAL
521
522
523
524
525
541
542
543
544
545
561
562
563
564
565
581
1.0
+1
-1

FIG.6

NÚMERO DE SEGMENTO (VALOR RELATIVO), n'

NÚMERO DE SUBPORTADORA (VALOR RELATIVO), k'

	$-N^{-}_{Tiempo}$		-1	0	1		N^{+}_{Tiempo}
$-N^{-}_{Frec.}$	$\alpha_{-N^{-}_{Tiempo},-N^{-}_{Frec.}}$	...	$\alpha_{-1,-N^{-}_{Frec.}}$	$\alpha_{0,-N^{-}_{Frec.}}$	$\alpha_{1,-N^{-}_{Frec.}}$	...	$\alpha_{N^{+}_{Tiempo},-N^{-}_{Frec.}}$
	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮
-1	$\alpha_{-N^{-}_{Tiempo},-1}$	...	$\alpha_{-1,-1}$	$\alpha_{0,-1}$	$\alpha_{1,-1}$	...	$\alpha_{N^{+}_{Tiempo},-1}$
0	$\alpha_{-N^{-}_{Tiempo},0}$	...	$\alpha_{-1,0}$	$\alpha_{0,0}$	$\alpha_{1,0}$	...	$\alpha_{N^{+}_{Tiempo},0}$
1	$\alpha_{-N^{-}_{Tiempo},1}$	...	$\alpha_{-1,1}$	$\alpha_{0,1}$	$\alpha_{1,1}$	...	$\alpha_{N^{+}_{Tiempo},1}$
	⋮		⋮	⋮	⋮		⋮
$N^{+}_{Frec.}$	$\alpha_{-N^{-}_{Tiempo},N^{+}_{Frec.}}$	...	$\alpha_{-1,N^{+}_{Frec.}}$	$\alpha_{0,N^{+}_{Frec.}}$	$\alpha_{1,N^{+}_{Frec.}}$	...	$\alpha_{N^{+}_{Tiempo},N^{+}_{Frec.}}$

$N^{-}_{Tiempo}, N^{+}_{Tiempo}$: NÚMERO DE SEGMENTOS PROMEDIADOS

$N^{-}_{Frec.}, N^{+}_{Frec.}$: NÚMERO DE SUBPORTADORAS PROMEDIADAS

FIG.7

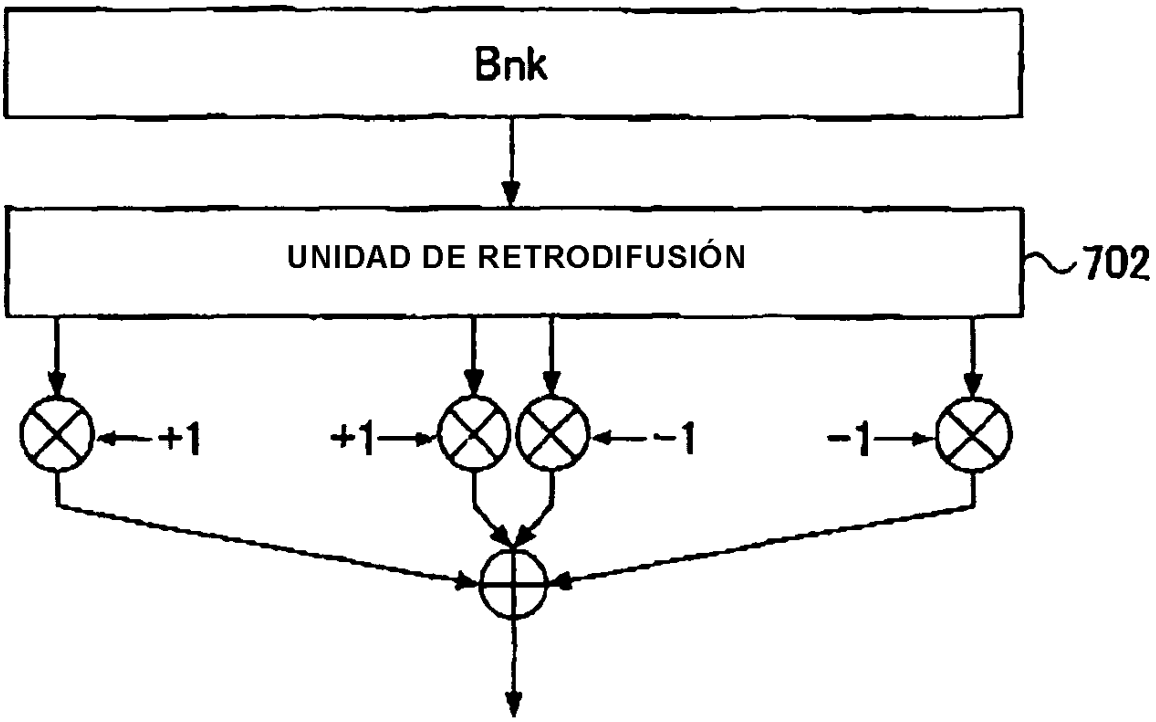
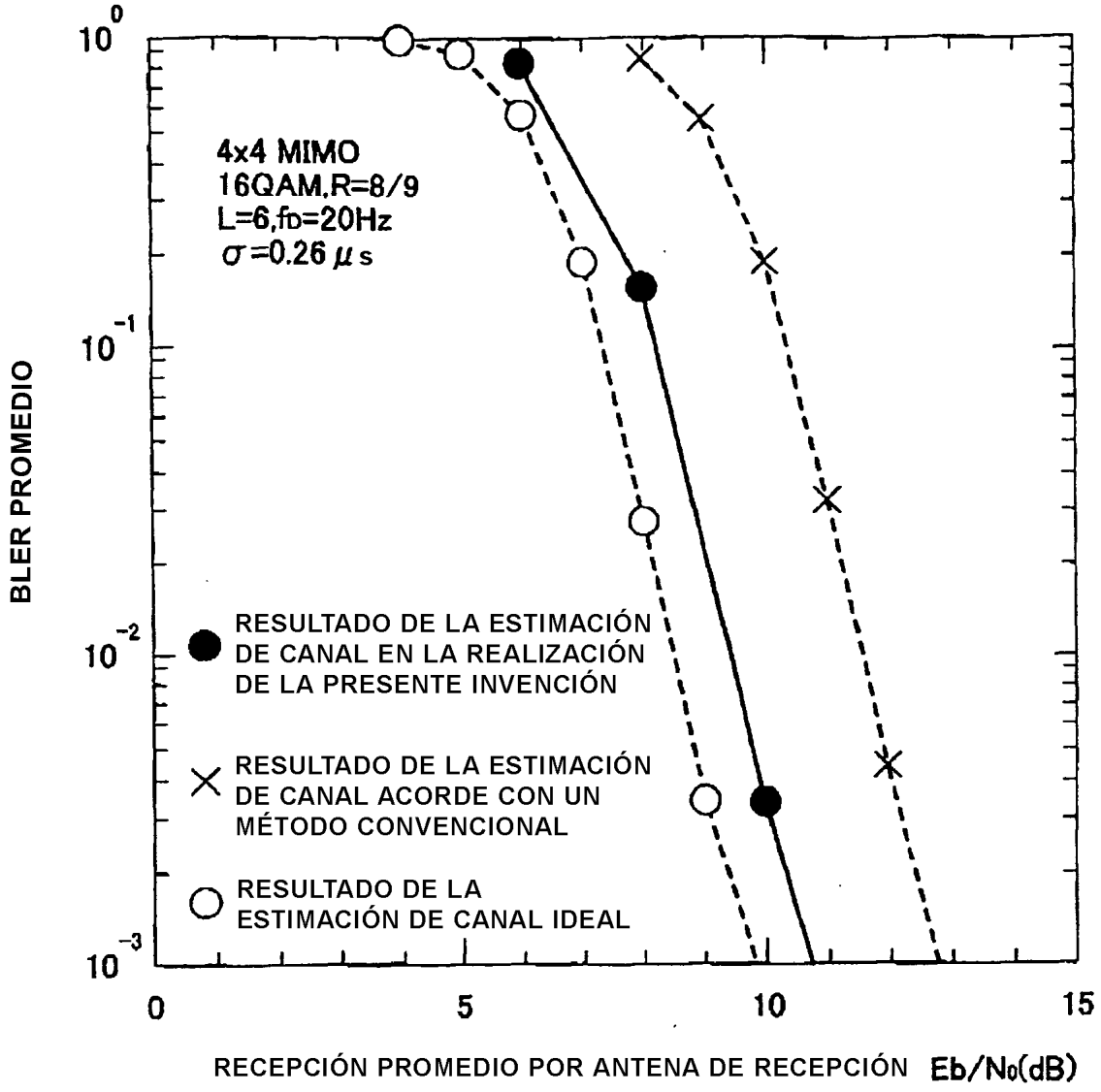


FIG.8


4x4 MIMO
16QAM,R=8/9
L=6,fD=20Hz
σ=0.26 μs
RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN DE CANAL EN LA REALIZACIÓN DE LA PRESENTE INVENCIÓN
RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN DE CANAL ACORDE CON UN MÉTODO CONVENCIONAL
RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN DE CANAL IDEAL
BLER PROMEDIO
RECEPCIÓN PROMEDIO POR ANTENA DE RECEPCIÓN Eb/N0(dB)
10^0
10^-1
10^-2
10^-3
0
5
10
15