



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 279 128**

51 Int. Cl.:
H04B 1/69 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03739284 .2**

86 Fecha de presentación : **23.06.2003**

87 Número de publicación de la solicitud: **1529348**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **11.05.2005**

54 Título: **Detección de datos para códigos con factores de ensanchamiento no uniforme.**

30 Prioridad: **01.07.2002 US 64307**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.08.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.08.2007

73 Titular/es:
INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION
3411 Silverside Road, Concord Plaza
Suite 105 Hagley Building
Wilmington, Delaware 19810, US

72 Inventor/es: **Kim, Younglok;**
Pan, Jung-Lin;
Zeira, Ariela y
Reznik, Alexander

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 279 128 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

Detección de datos para códigos con factores de ensanchamiento no uniforme.

5 Antecedentes

Esta invención se refiere generalmente a sistemas de comunicación inalámbricos de acceso múltiple por división de código. En particular, la invención se refiere a la detección de datos de comunicaciones con factores de ensanchamiento no uniforme en tales sistemas.

10 En sistemas de comunicación de acceso múltiple por división de código (CDMA), se pueden enviar simultáneamente múltiples comunicaciones sobre un espectro de frecuencias compartido. Cada comunicación se distingue por el código usado para transmitir la misma. Los símbolos de datos de una comunicación se ensanchan usando chips del código. El número de chips usados para transmitir un símbolo particular se denomina factor de ensanchamiento. 15 Como caso ilustrativo, para un factor de ensanchamiento de dieciséis (16), se usan dieciséis chips para transmitir un símbolo. Los factores de ensanchamiento (SF) típicos en sistemas de comunicación TDD/CDMA son 16, 8, 4, 2 y 1.

En algunos sistemas de comunicación CDMA para utilizar mejor el espectro compartido, el espectro está dividido por tiempo en cuadros con un número predeterminado de intervalos temporales, tal como quince intervalos temporales. Este tipo de sistema se denomina sistema de comunicación híbrido CDMA/de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Uno de tales sistemas, que restringe las comunicaciones de enlace ascendente y las comunicaciones de enlace descendente a intervalos temporales particulares, es un sistema de comunicación dúplex por división de tiempo (TDD).

25 Un enfoque para recibir las comunicaciones múltiples transmitidas dentro del espectro compartido es la detección conjunta. En la detección conjunta, se determinan juntos los datos a partir de las comunicaciones múltiples. El detector conjunto usa los códigos, conocidos o determinados, de las comunicaciones múltiples y estima los datos de las comunicaciones múltiples como símbolos blandos. Algunas implementaciones típicas para detectores conjuntos usan ecualizadores lineales de bloques de descorrelación (ZF-BLE), que aplican la descomposición de Cholesky, la descomposición aproximada de Cholesky o las transformadas rápidas de Fourier. Una evaluación del rendimiento de diversas técnicas computacionales para uso en detectores conjuntos está incluida en el artículo "Efficient. Multi-Rate Multi-User Detection For The Asynchronous WCDMA Uplink", de H.R. Karimi, (Vehicular Technology Conference. 1999. VTC, otoño de 1999. IEEE VTS 50^o Amsterdam. Holanda, del 12-22 de septiembre de 1999. Piscataway, NJ, USA. IEEE, US. vol. 1, el 19 septiembre de 1999 (19-09-1999), páginas 593-597, XP010352928 ISBN: 0-7803-5435-4).

Estas implementaciones se diseñan típicamente para que todas las comunicaciones tengan el mismo factor de ensanchamiento. Un problema para tales sistemas es la manipulación simultánea de comunicaciones con distintos factores de ensanchamiento.

40 En consecuencia, es deseable ser capaces de manipular diferentes factores de ensanchamiento en detección conjunta.

Sumario

45 Se recibe una pluralidad de señales de comunicación. Cada señal de comunicación tiene un código asociado. Al menos dos de las señales de comunicación tienen un factor diferente de ensanchamiento. Los códigos asociados tienen un período del código de aleatorización. Una matriz de respuesta total del sistema tiene bloques. Cada bloque tiene una dimensión de una longitud M y otra dimensión de una longitud que se basa, en parte, en M y en el factor de ensanchamiento de cada comunicación. M está basada en el período del código de aleatorización. Se reciben datos de la pluralidad recibida de señales de comunicación usando la matriz construida de respuesta del sistema.

Breve descripción del dibujo o dibujos

55 La figura 1 es una realización de un sistema de comunicación de factores de ensanchamiento no uniforme.

La figura 2 es una ilustración de una matriz de respuesta del sistema para una comunicación k-ésima.

60 La figura 3 es una ilustración de cómo construir una matriz de respuesta total del sistema.

La figura 4 es un diagrama de flujo de cómo detectar datos a partir de comunicaciones con factores de ensanchamiento no uniforme.

Descripción detallada de la realización o realizaciones preferidas

65 Las realizaciones de la invención se pueden usar, generalmente, con cualquier tipo de sistema CDMA, tal como un sistema de comunicación TDD/CDMA, TDMA/CDMA o dúplex por división de frecuencia/CDMA, así como con otros tipos de sistemas de comunicación.

ES 2 279 128 T3

La figura 1 ilustra una realización de un sistema de comunicación de factores de ensanchamiento no uniforme. En la figura 1, se muestran un transmisor 20 y un receptor 22. El transmisor 20 puede estar situado en un equipo de usuario, o múltiples circuitos de transmisión 20 pueden estar situados en la estación base. El receptor 22 puede estar situado en el equipo de usuario, en la estación base o en ambos, aunque el uso preferido del receptor 22 es en una estación base para recepción de comunicaciones de enlace ascendente.

Los símbolos de datos a transmitir al receptor 22 son procesados por un dispositivo de modulación y ensanchamiento 24 en el transmisor 20. El dispositivo de modulación y ensanchamiento 24 ensancha los datos con los códigos y los factores de ensanchamiento asignados a las comunicaciones que portan los datos. Las comunicaciones son emitidas por una antena 26 o agrupación de antenas del transmisor 20 a través de una interfaz radio inalámbrica 28.

En el receptor 22, las comunicaciones, posiblemente junto con otras comunicaciones de los transmisores, se reciben en una antena 30 o agrupación de antenas del receptor 22. La señal recibida es muestreada por un dispositivo de muestreo 32, tal como a la frecuencia del chip o a un múltiplo de la misma, para producir un vector recibido, \underline{r} . El vector recibido es procesado por un dispositivo 36 de estimación de canales para estimar las respuestas de los impulsos de canal para las comunicaciones recibidas. El dispositivo 36 de estimación de canales puede usar una secuencia de adiestramiento en la comunicación recibida, una señal piloto u otra técnica, para estimar las respuestas de los impulsos. Un dispositivo 34 de detección de datos de factores de ensanchamiento no uniforme usa los códigos de las comunicaciones recibidas y las respuestas estimadas de los impulsos para estimar los símbolos blandos, \underline{d} , de los datos dispersos.

La detección de datos para códigos que tienen factores de ensanchamiento no uniforme se ilustra en la figuras 2 y 3, y se describe con el diagrama de flujo de la figura 4. Se transmiten un número, K , de comunicaciones durante un intervalo de observación. En un sistema de comunicación TDD/CDMA, un intervalo de observación es, típicamente, un campo de datos de una ráfaga de comunicación. Sin embargo, en un sistema TDD/CDMA, así como en otros sistemas de comunicación CDMA, se pueden usar intervalos de observación de otros tamaños, tal como el período de los códigos de aleatorización.

Las muestras de las K comunicaciones recibidas en combinación se recogen durante el intervalo de observación como un vector recibido, \underline{r} . La longitud en chips de \underline{r} es el número de chips transmitidos en el intervalo de observación de cada comunicación, N_C , añadido a la longitud de la respuesta de los impulsos de canal, W , menos uno, $(N_C + W - 1)$.

Una comunicación k -ésima de las K comunicaciones, según se transmite, se puede representar como $\underline{x}^{(k)}$. Un chip i -ésimo dentro de un límite del símbolo de cada símbolo se define como $x_i^{(k)}$ y viene dado por la Ecuación 1.

$$\underline{x}_i^{(k)} = \sum_{n=1}^{N_s^{(k)}} d_n^{(k)} v_i^{(n, k)} \quad \text{Ecuación 1}$$

$N_s^{(k)}$ es el número de símbolos de la comunicación k -ésima en el intervalo de observación; $d_n^{(k)}$ es el valor del símbolo de un símbolo n -ésimo de los $N_s^{(k)}$ símbolos; $v_i^{(n, k)}$ es la porción de la secuencia de códigos de la comunicación k -ésima dentro del límite del símbolo n -ésimo ($v_i^{(n, k)}$ es cero fuera del límite del símbolo n -ésimo); $v_i^{(n, k)}$ es el chip i -ésimo de la porción de la secuencia de códigos dentro del límite del símbolo ($v_i^{(n, k)}$ es cero excepto para el chip i -ésimo dentro del límite del símbolo n -ésimo).

La Ecuación 1 se puede extender hasta una ecuación matricial según la Ecuación 2.

$$\underline{x}^{(k)} = \mathbf{V}^{(k)} \underline{d}^{(k)} \quad \text{Ecuación 2}$$

$\mathbf{V}^{(k)}$ es una matriz de ensanchamiento para la comunicación k y tiene $N_s^{(k)}$ columnas y N_c filas. Una columna n -ésima de $\mathbf{V}^{(k)}$ es $\underline{v}^{(n, k)}$.

Después de la transmisión a través del canal inalámbrico, $\underline{x}^{(k)}$ experimenta una respuesta $\underline{h}^{(k)}$ de los impulsos de canal; $\underline{h}^{(k)}$ tiene W chips de longitud; $h_j^{(k)}$ es un chip j -ésimo de $\underline{h}^{(k)}$. Si se ignora el ruido, la contribución, $r^{(k)}$, de la comunicación k al vector recibido, \underline{r} , viene dada por la Ecuación 3.

$$\underline{r}^{(k)} = \sum_{j=1}^W h_j^{(k)} \underline{x}_{i-j+1}^{(k)} = \sum_{j=1}^W h_j^{(k)} \sum_{n=1}^{N_s^{(k)}} d_n^{(k)} v_{i-j+1}^{(n, k)} = \sum_{n=1}^{N_s^{(k)}} d_n^{(k)} \sum_{j=1}^W h_j^{(k)} v_{i-j+1}^{(n, k)} \quad \text{Ecuación 3}$$

En forma matricial, la Ecuación 3 viene dada por la Ecuación 4.

$$\underline{r}^{(k)} = \mathbf{H}^{(k)} \mathbf{V}^{(k)} \underline{d}^{(k)} \quad \text{Ecuación 4}$$

ES 2 279 128 T3

$H^{(k)}$ es la matriz de respuesta de canal para la comunicación k y tiene N_c columnas y $(N_c + W - 1)$ filas. El soporte de una columna i -ésima de $H^{(k)}$ es la respuesta $h^{(k)}$ de los impulsos de canal. El primer elemento del soporte para una columna i -ésima de $H^{(k)}$ es el elemento i -ésimo de esa columna.

5 Para cada comunicación k , se puede construir una matriz $A^{(k)}$ de transmisión del sistema según la Ecuación 5.

$$A^{(k)} = H^{(k)} V^{(k)} \quad \text{Ecuación 5}$$

10 La figura 2 es una ilustración de una matriz $A^{(k)}$ de respuesta del sistema. Cada columna de la matriz corresponde a un símbolo de datos de la comunicación. Como consecuencia, la matriz tiene $N_s^{(k)}$ columnas. Cada columna i -ésima tiene un bloque $b^{(i)}$ de elementos no nulos. El número de elementos no nulos se determina añadiendo el factor de ensanchamiento de la comunicación k -ésima, Q_k , y la longitud de respuesta de los impulsos, W , menos 1, $(Q_k + W - 1)$. La columna más a la izquierda tiene un bloque $b^{(1)}$ que comienza en la parte superior de la columna. Para cada
15 columna posterior, el bloque comienza Q_k chips más abajo en la matriz. La altura total resultante de la matriz en chips es $(N_c + W - 1)$.

20 Se puede formar una matriz total de transmisión del sistema, combinando cada matriz $A^{(k)}$ de respuesta del sistema de la comunicación según la Ecuación 6.

$$A = [A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(K)}] \quad \text{Ecuación 6}$$

25 Sin embargo, tal matriz total A de respuesta del sistema tendría un ancho de banda extremadamente grande. Para reducir el ancho de banda de la matriz, se construye una matriz de Toeplitz de bandas por bloques, en la que se han vuelto a disponer las columnas de la matriz de la Ecuación 6.

30 La altura, $(M + W - 1)$, de los bloques en la matriz está basada en el período del código de aleatorización. En muchos sistemas de comunicación, el código de aleatorización se repite durante un número especificado de chips. Para ilustrar un sistema de comunicación TDD/CDMA, el código de aleatorización se repite después de 16 chips ($M = 16$).

35 Se denomina $Q_{\text{MÁX}}$ un código máximo de ensanchamiento de las K comunicaciones o un código máximo de ensanchamiento del sistema de comunicación. Como caso ilustrativo, un sistema de comunicación TDD/CDMA típico tiene un factor máximo de ensanchamiento de 16, y un receptor en tal sistema recibe comunicaciones que tienen factores de ensanchamiento de 4 y 8. En tal sistema, $Q_{\text{MÁX}}$ puede ser 16 (el máximo del sistema) u 8 (el máximo de las comunicaciones recibidas).

40 Si el período del código de aleatorización no es un múltiplo entero de $Q_{\text{MÁX}}$, se puede usar un múltiplo del período en vez de M para construir los bloques. Como caso ilustrativo, si $Q_{\text{MÁX}}$ es 16 y el período es 24, se puede usar tres veces el período (48 chips), ya que es uniformemente divisible por 16 y 24.

45 Inicialmente, se seleccionan columnas a partir de $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(K)}$ para construir la matriz A , basándose en cada factor de ensanchamiento de la comunicación k . Para las primeras columnas de la matriz A , se seleccionan M/Q_1 de las primeras columnas de $A^{(1)}$, como se muestra en la figura 3. Usando una segunda matriz de las K matrices $A^{(2)}$, se seleccionan M/Q_2 columnas. Este procedimiento se repite para las otras K matrices, $A^{(3)}, \dots, A^{(K)}$. Todas las primeras columnas de las K matrices llegan a ser una supercolumna en la matriz total de respuesta del sistema, A , que tiene un número de columnas, S_C , que viene dada por la Ecuación 7 (operación 100).

$$S_C = \sum_{k=1}^K M / Q_k \quad \text{Ecuación 7}$$

55 Se construye una segunda supercolumna de la misma manera, seleccionando las siguientes columnas en las matrices $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(K)}$. Las otras supercolumnas se construyen de la misma manera.

60 Aunque esta ilustración selecciona columnas a partir de las matrices en orden numérico, $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(K)}$ el orden de las matrices puede variar. Aunque las unidades de recursos se pueden disponer en cualquier orden y conseguir todavía un ancho de banda reducido, colocando las unidades de recursos transmitidas con los factores de ensanchamiento más bajos en el exterior de cada bloque, se puede reducir más el ancho de banda. Sin embargo, en algunas implementaciones, la reducción potencial en ancho de banda puede que no compense la complejidad añadida para reordenar las K comunicaciones.

65

ES 2 279 128 T3

Cada supercolumna está dividida en bloques que tienen M filas, según la Ecuación 8 (operación 102).

$$A = \begin{bmatrix} B_1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & B_1 & \ddots & \vdots & \vdots \\ B_L & \vdots & \ddots & 0 & \vdots \\ 0 & B_L & \ddots & B_L & 0 \\ \vdots & 0 & \ddots & \vdots & B_1 \\ 0 & \vdots & \ddots & B_L & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & B_L \end{bmatrix}$$

Ecuación 8

Como se muestra en la Ecuación 8, los elementos no nulos de cada columna posterior están M filas (un bloque) más abajo en la matriz. El número de bloques no nulos en cada columna es L viene dado por la Ecuación 9.

$$L = \left\lceil \frac{M + W + 1}{M} \right\rceil$$

Ecuación 9

La detección de datos se puede modelar por la Ecuación 10.

$$\underline{r} = A\underline{d} + \underline{n} \tag{Ecuación 10}$$

\underline{n} es el vector de ruido. Una solución de descorrelación para la Ecuación 10 viene dada por las Ecuaciones 11 y 12.

$$A^H \underline{r} = R\underline{d} \tag{Ecuación 11}$$

$$R = A^H A \tag{Ecuación 12}$$

$(-)^H$ es una operación transpuesta conjugada compleja (Hermítico).

Una solución de mínimo error cuadrático medio para la Ecuación 10 viene dada por las Ecuaciones 13 y 14.

$$A^H \underline{r} = R\underline{d} \tag{Ecuación 13}$$

$$R = A^H A + \sigma^2 I \tag{Ecuación 14}$$

σ^2 es la desviación estándar e I es la matriz identidad.

ES 2 279 128 T3

Para resolver la Ecuación 11 o la 13 con una estrategia por fuerza bruta, se requiere una inversión matricial de R , R^{-1} . Usando la matriz A de la Ecuación 8, la estructura de la matriz R de la Ecuación 12 o la 14 es por la Ecuación 15.

$$R = \begin{bmatrix}
 R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} & 0 & 0 & 0 \\
 0 & R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} & 0 & 0 \\
 0 & 0 & R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 & R_{L-1} \\
 0 & 0 & 0 & 0 & R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 & R_3 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 & R_2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0 & R_1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & R_{L-1}^H & R_3^H & R_2^H & R_1^H & R_0
 \end{bmatrix}$$

Ecuación 15

Como se muestra en la Ecuación 15, la matriz R es de bandas en bloques y de Toeplitz. Como consecuencia, se puede implementar fácilmente la solución de la Ecuación 11 o 13 para \underline{d} , usando una descomposición de Cholesky por bloques o de Cholesky aproximada (operación 104). Alternativamente, usando una aproximación circulante de la matriz R de la Ecuación 9, se puede usar un enfoque de la transformada rápida de Fourier de bloques para resolver para \underline{d} (operación 104).

REIVINDICACIONES

1. Un método para estimar simultáneamente los datos transmitidos en un sistema de comunicación de espectro ensanchado, usando diferentes factores de ensanchamiento, **caracterizado** el método por las operaciones de:

recibir una pluralidad de señales de comunicación (30), teniendo cada señal de comunicación un código asociado, teniendo al menos dos de las señales de comunicación un factor diferente de ensanchamiento, teniendo los códigos asociados un período del código de aleatorización;

construir una matriz de respuesta total del sistema con bloques que comprenden columnas correspondientes a símbolos de datos en las señales de comunicación, formándose cada bloque por la agrupación de dichas columnas, basándose en una cantidad M que es un múltiplo común del período del código de aleatorización y de un factor máximo de ensanchamiento de los códigos de ensanchamiento del sistema de comunicación, teniendo cada bloque varias filas que se basan, en parte, en M y en una respuesta de impulso del sistema de comunicación, y varias columnas que son una suma de cocientes, siendo cada cociente, M dividida por el factor de ensanchamiento (100) de la comunicación, estando dispuestos los bloques de manera que la primera columna en cada bloque está M filas más abajo que la primera columna en el bloque (102) anterior;

formar una aproximación circulante de una matriz de correlación del sistema, usando la matriz de respuesta total del sistema, la aproximación circulante y un enfoque de la transformada rápida de Fourier de bloques, para estimar los datos de la pluralidad recibida de señales de comunicación (104).

2. El método de la reivindicación 1, en el que M es el período del código de aleatorización.

3. El método de la reivindicación 1, en el que M es el mínimo común múltiplo del período del código de aleatorización y del factor máximo de ensanchamiento de los códigos de ensanchamiento del sistema de comunicación.

4. El método de la reivindicación 1, que comprende además construir supercolumnas, teniendo cada supercolumna, para cada comunicación, varias columnas secuenciales a partir de una matriz de respuesta del sistema de esa comunicación, siendo el número de columnas secuenciales, M dividida por un factor de ensanchamiento de esa comunicación.

5. El método de la reivindicación 4, en el que cada supercolumna posterior con elementos no nulos está un bloque más abajo en la matriz que una supercolumna anterior.

6. El método de la reivindicación 1, en el que la matriz de respuesta total del sistema es A y la estimación de datos usa $A^H A$ en una solución de descorrelación, donde A^H es la transpuesta conjugada compleja de A .

7. El método de la reivindicación 1, en el que la matriz de respuesta total del sistema es A y la estimación de datos usa $A^H A + \sigma^2 I$ en una solución de mínimo error cuadrático medio, donde A^H es la transpuesta conjugada compleja de A , σ^2 es la desviación estándar e I es una matriz identidad.

8. Un equipo de usuario para estimar simultáneamente los datos transmitidos en un sistema de comunicación de espectro ensanchado, usando diferentes factores de ensanchamiento, que utiliza el método de la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende:

medios para recibir dicha pluralidad de señales de comunicación (30), teniendo cada señal de comunicación un código asociado, teniendo al menos dos de las señales de comunicación un factor diferente de ensanchamiento, teniendo los códigos asociados un período del código de aleatorización;

medios para construir dicha matriz de respuesta total del sistema con bloques que comprenden columnas correspondientes a símbolos de datos en las señales de comunicación, formándose cada bloque por la agrupación de dichas columnas, basándose en una cantidad M que es un múltiplo común del período del código de aleatorización y de un factor máximo de ensanchamiento de los códigos de ensanchamiento del sistema de comunicación, teniendo cada bloque varias filas que se basan, en parte, en M y en una respuesta de impulso del sistema de comunicación, y varias columnas que son una suma de cocientes, siendo cada cociente, M dividida por el factor de ensanchamiento de una de las señales de comunicación (100), estando dispuestos los bloques de manera que la primera columna en cada bloque está M filas más abajo que la primera columna en el bloque (102) anterior;

medios para formar dicha aproximación circulante de una matriz de correlación del sistema, usando la matriz de respuesta total del sistema; y

medios para usar la aproximación circulante y un enfoque de la transformada rápida de Fourier de bloques, para estimar los datos de la pluralidad recibida de señales de comunicación (104).

9. El equipo de usuario de la reivindicación 8, en el que M es el período del código de aleatorización.

ES 2 279 128 T3

10. El equipo de usuario de la reivindicación 8, en el que M es el mínimo común múltiplo del período del código de aleatorización y del código máximo de ensanchamiento del sistema de comunicación.
- 5 11. El equipo de usuario de la reivindicación 8, que comprende además medios para construir supercolumnas, teniendo cada supercolumna, para cada comunicación, varias columnas secuenciales a partir de una matriz de respuesta del sistema de esa comunicación, siendo el número de columnas secuenciales, M dividida por un factor de ensanchamiento de esa comunicación.
- 10 12. El equipo de usuario de la reivindicación 11, en el que cada supercolumna posterior con elementos no nulos es un bloque más abajo en la matriz que una supercolumna anterior.
13. El equipo de usuario de la reivindicación 8, en el que la matriz de respuesta total del sistema es A y la estimación de datos usa $A^H A$ en una solución de descorrelación, donde A^H es la transpuesta conjugada compleja de A.
- 15 14. El equipo de usuario de la reivindicación 8, en el que la matriz de respuesta total del sistema es A y la estimación de datos usa $A^H A + \sigma^2 I$ en una solución de mínimo error cuadrático medio, donde A^H es la transpuesta conjugada compleja de A, σ^2 es la desviación estándar e I es la matriz identidad.
- 20 15. El equipo de usuario de la reivindicación 8, en el que los medios para recibir dicha pluralidad de señales de comunicación comprenden una antena.
16. El equipo de usuario de la reivindicación 8, en el que los medios para construir dicha matriz de respuesta total del sistema comprenden un dispositivo de detección de datos.
- 25 17. El equipo de usuario de la reivindicación 11, en el que los medios para construir dichas supercolumnas comprenden un dispositivo de detección de datos.
18. Una estación base para estimar simultáneamente los datos transmitidos en un sistema de comunicación de espectro ensanchado, usando diferentes factores de ensanchamiento, que utiliza el método de la reivindicación 1,
30 **caracterizada** por que comprende:
- 35 medios para recibir dicha pluralidad de señales de comunicación (30), teniendo cada señal de comunicación un código asociado, teniendo al menos dos de las señales de comunicación un factor diferente de ensanchamiento, teniendo los códigos asociados un período del código de aleatorización;
- 40 medios para construir dicha matriz de respuesta total del sistema con bloques que comprenden columnas correspondientes a símbolos de datos en las señales de comunicación, formándose cada bloque por la agrupación de dichas columnas basándose en una cantidad M que es un múltiplo común del período del código de aleatorización y de un código máximo de ensanchamiento del sistema de comunicación, teniendo cada bloque varias filas que se basan, en parte, en M y en una respuesta de impulso del sistema de comunicación, y varias columnas que son una suma de cocientes, siendo cada cociente, M dividida por el factor de ensanchamiento de una de las señales de comunicación (100), estando dispuestos los bloques de manera que la primera columna en cada bloque está M filas más abajo que la primera columna en el bloque (102) anterior;
- 45 medios para formar dicha aproximación circulante de una matriz de correlación del sistema, usando la matriz de respuesta total del sistema; y
- 50 medios para usar la aproximación circulante y un enfoque de la transformada rápida de Fourier de bloques, para estimar los datos de la pluralidad recibida de señales de comunicación (104).
- 55 19. La estación base de la reivindicación 18, en la que M es el período del código de aleatorización.
20. La estación base de la reivindicación 18, en la que M es el mínimo común múltiplo del período del código de aleatorización y del código máximo de ensanchamiento del sistema de comunicación.
- 60 21. La estación base de la reivindicación 18, que comprende además medios para construir supercolumnas, teniendo cada supercolumna, para cada comunicación, varias columnas secuenciales a partir de una matriz de respuesta del sistema de esa comunicación, siendo el número de columnas secuenciales, M dividida por un factor de ensanchamiento de esa comunicación.
22. La estación base de la reivindicación 21, en la que cada supercolumna posterior con elementos no nulos está un bloque más abajo en la matriz que una supercolumna anterior.
- 65 23. La estación base de la reivindicación 18, en la que la matriz de respuesta total del sistema es A y la estimación de datos usa $A^H A$ en una solución de descorrelación, donde A^H es la transpuesta conjugada compleja de A.

ES 2 279 128 T3

24. La estación base de la reivindicación 18, en la que la matriz de respuesta total del sistema es A y la estimación de datos usa $A^H A + \sigma^2 I$ en una solución de mínimo error cuadrático medio, donde A^H es la transpuesta conjugada compleja de A , σ^2 es la desviación estándar e I es la matriz identidad.

5 25. La estación base de la reivindicación 18, en la que los medios para recibir dicha pluralidad de señales de comunicación comprenden una antena.

10 26. La estación base de la reivindicación 18, en la que los medios para construir dicha matriz de respuesta total del sistema comprenden un dispositivo de detección de datos.

15 27. La estación base de la reivindicación 21, en la que los medios para construir dichas supercolumnas comprenden un dispositivo de detección de datos.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

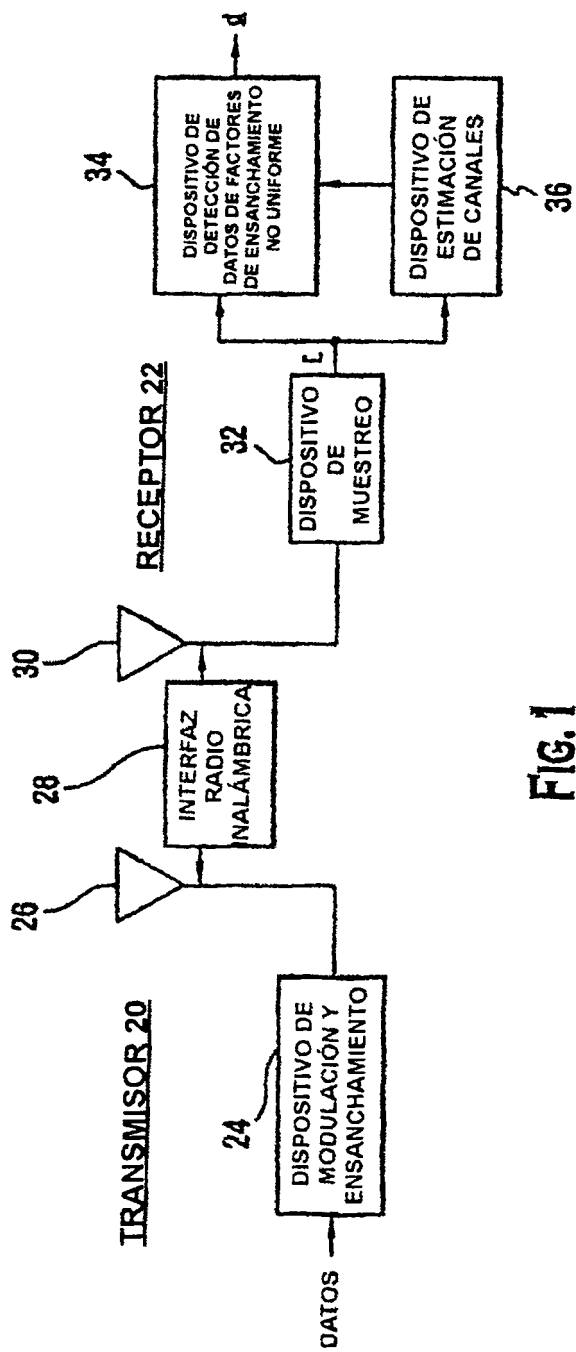


FIG. 1

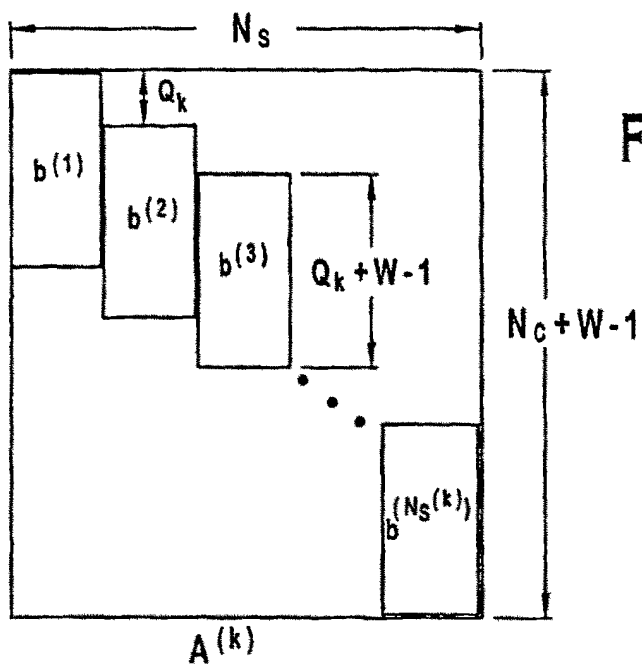


FIG. 2

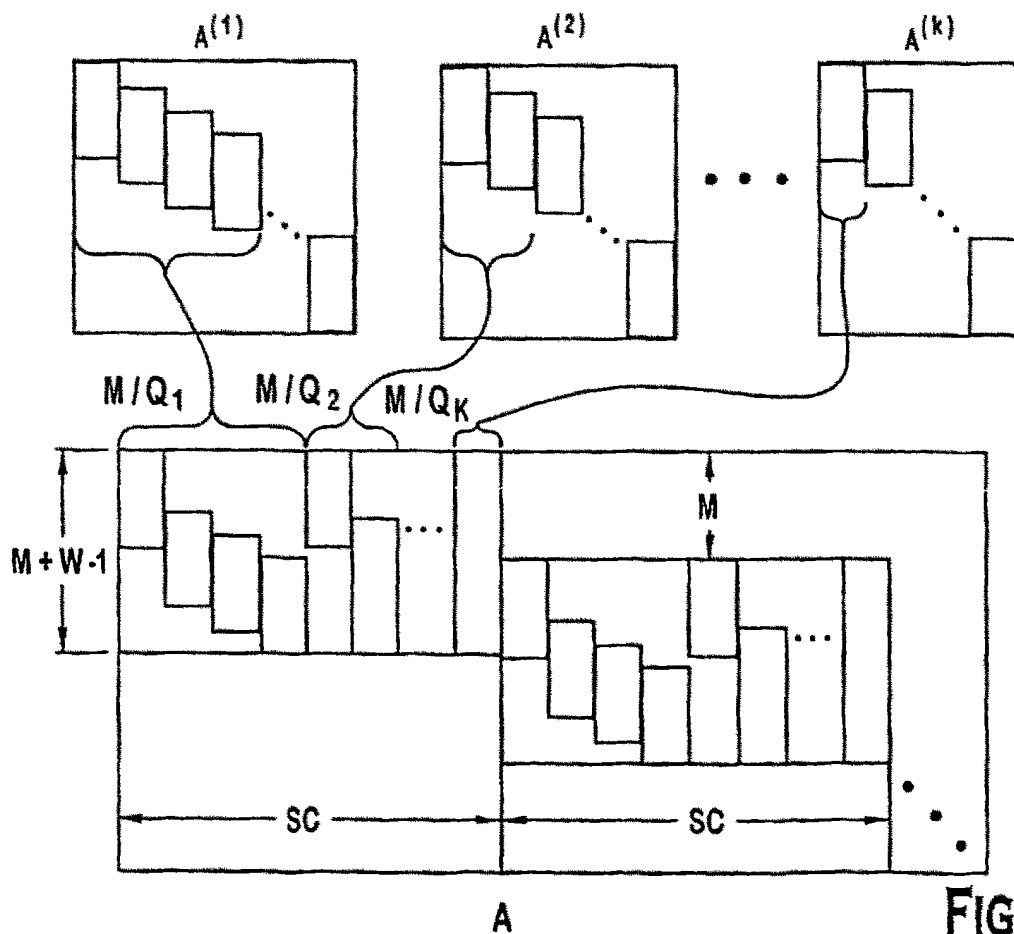


FIG. 3

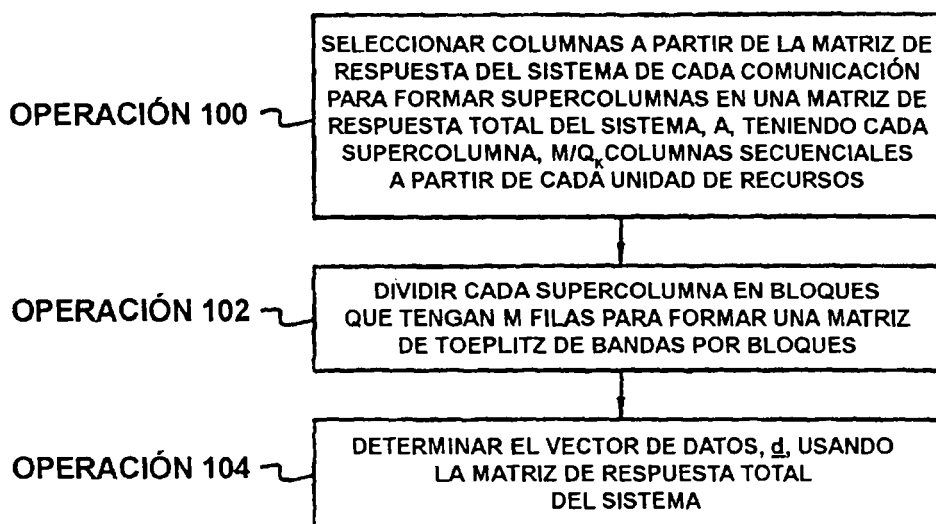


FIG. 4