



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 626**

51 Int. Cl.:
H04B 1/707 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01967870 .5**

96 Fecha de presentación : **07.09.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1323239**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2003**

54 Título: **Procedimiento y disposición en un sistema de comunicación.**

30 Prioridad: **07.09.2000 SE 0003161**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.09.2011

73 Titular/es: **TELIASONERA AB.**
106 63 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Andersin, Mikael y**
Henriksson, Anders

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 364 626 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

Procedimiento y disposición en un sistema de comunicación

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento, un dispositivo y un producto de software en un sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos de acuerdo con la introducción a las reivindicaciones independientes. Más exactamente, el procedimiento se refiere a la realización de mediciones en tiempo real de la posible Relación Señal a Interferencia (SIR), cantidad especificada en dicho sistema, en el que la SIR está adaptada a la telecomunicación móvil y a la tecnología de comunicación de datos de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA).

Técnica anterior

10 El UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles) es la denominación europea del sistema de móviles de la tercera generación, IMT-2000, que se planifica que esté en operación al comienzo del siglo veintiuno. El sistema tiene tres modos definidos en que los tres tienen la característica común de que usan en alguna forma la tecnología CDMA.

15 En un sistema CDMA basado en Acceso Múltiple por División de Código Expandido de secuencia Directa (DS-CDMA), los diferentes usuarios y las diferentes estaciones base se distinguen mediante el uso de códigos. En UMTS, que se basa en DS-CDMA, se usan dos clases diferentes de códigos, códigos de expansión ortogonal y códigos aleatorizados largos. En el enlace descendente los diferentes usuarios en una célula se distinguen por medio del código de expansión. Los usuarios en diferentes células se distinguen en el enlace descendente por
20 medio del código aleatorizado. El código aleatorizado además ayuda a la minimización de la interferencia entre símbolos para un usuario dado que es muy largo, 38400 elementos de código y tiene una baja autocorrelación y correlación cruzada. En el enlace ascendente es solamente el código aleatorizado lo que distingue a los diferentes usuarios.

Un elemento de código es el bit/símbolo (forma de onda) más pequeño que constituye una señal CDMA.

25 Para realizar la función de gestión de los recursos de radio, se han especificado un número de cantidades diferentes, léase por ejemplo 3G TS25.215 v3.1.0, 3GPP TSG RAN; "*Physical layer - Measurements (FDD)*", 1999-12, 3G TS25.225 v3.1.0, 3GPP TSG RAN; "*Physical layer - Measurements (TDD)*", 1999-12, y 3G TS25.302 v3.2.0, 3GPP TSG RAN; "*Services provided by the Physical Layer*", 1999-12. La SIR, es decir la relación entre la potencia de la señal esperada y la potencia de interferencia más ruido, ha resultado ser útil como parámetro para funciones
30 tales como la elección de célula, traspaso, codificación adaptativa del canal y control de la potencia del transmisor. La última es una parte muy central en CDMA, el control de potencia es una condición para hacer que funcione el sistema CDMA.

Aunque ha resultado que el SIR es una magnitud interesante para su uso como medición de la calidad, ha habido comparativamente pocos estudios concentrados en el problema de cómo realizar las mediciones (o más
35 correctamente estimaciones) de esta magnitud en tiempo real. La mayoría de los procedimientos que se han desarrollado se han dirigido sobre los sistemas de banda pequeña/estrecha de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), respectivamente Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).

Uno de tales procedimientos se describe por M. Andersin en "Power Control and Admission Control in Cellular Systems", tesis doctoral, TRITA-S3-RST-9609, ISSN 1400-9137, en el Royal Institute of Technology, Estocolmo,
40 mayo de 1996. Este documento se denomina de aquí en adelante Documento 1. Una desventaja de este procedimiento consecuentemente es que no se adapta a CDMA.

El Documento 2, "Subspace Based Estimation of the Signal-to-Interference Ratio for CDMA Cellular Systems" por N.B. Mandayam y R.D. Yates, en Proceedings of IEEE VTC'97, Phoenix, mayo de 1997, muestra un algoritmo está
45 indicado para CDMA. Tanto este algoritmo como el algoritmo en el Documento 1, sin embargo, implica que una secuencia de entrenamiento conocida, como la de los Sistemas de Servicio Global para Móviles (GSM), se transmite de una forma muy regular. Estas secuencias de entrenamiento no pueden incluir ningún dato útil, es decir, los bits de datos que constituyen la secuencia de entrenamiento no se pueden usar para ninguna otra finalidad más que para el canal y la estimación SIR. En GSM la secuencia de entrenamiento se usa para estimar el canal para uso en el ecualizador de canal. El sistema CDMA que se usa en UMTS, no usa ninguna secuencia de entrenamiento. Por esta
50 razón es por lo que es necesario buscar otras posibilidades.

El artículo "Blind Estimation of FIR Channels in CDMA Systems with Aperiodic Spreading Sequences" por Murat Torlak y col, Conference record of the 31st Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, vol. 1, 1998,
55 páginas 495-499, desvela un procedimiento para una estimación ciega de los canales FIR del sistema CDMA. De acuerdo con el procedimiento, se usa un algoritmo de estimación para estimar el canal por medio de una matriz de Toeplitz, en el que la matriz comprende elementos que corresponden a códigos aleatorizados. El procedimiento puede servir como una etapa de preprocesamiento en un receptor para aumentar la SIR.

Sumario de la invención

La intención de la presente invención es eliminar los problemas anteriormente mencionados y poner en práctica una forma de estimar la SIR en tiempo real cuando la SIR se adapta a CDMA.

5 Esto se consigue mediante un procedimiento, un dispositivo y un producto de software definido en las reivindicaciones independientes.

Debido a que el algoritmo de acuerdo con la invención opera directamente sobre la secuencia aleatorizada en lugar de en secuencias de entrenamiento específicas, se puede aplicar a sistemas CDMA.

Una ventaja de la presente invención es que debido a su operación a nivel de elemento de código, será rápida y proporcionará resultados mejores que otros procedimientos.

10 Otra ventaja de la presente invención es que es robusta frente a cambios en las velocidades de los móviles y el número de interferidores, lo que es una deseada calidad.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo del procedimiento de acuerdo con la presente invención.

15 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de estimación de la SIR de acuerdo con la presente invención.

Descripción de las realizaciones

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de estimación de la SIR 101 de acuerdo con la presente invención. El texto se refiere a ecuaciones que se describirán más adelante. El dispositivo de estimación de la SIR 101 se incluye en una unidad 102 como, por ejemplo, un terminal móvil, unidad 102 que se incluye en un sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos 100 basado en CDMA. La unidad 102 tiene un receptor 103 que recibe señales de un transmisor 104, que se incluye también en el sistema de telefonía móvil. El dispositivo de estimación de la SIR 101 hace uso de un algoritmo de estimación que estima la SIR por medio de una matriz de Toeplitz mediante la creación de esta matriz a partir del código aleatorizado. El dispositivo de estimación de la SIR 101 tiene medios 105 que se disponen para, en el receptor, durante cada símbolo de información recibido crear un vector de observación (ecuación 3) que se origina a partir de la señal transmitida. El dispositivo de estimación de la SIR 101 tiene también medios 106 que se disponen para, a partir de cada vector de observación, calcular una matriz de proyección (ecuación 9) para la señal recibida. El dispositivo de estimación de la SIR 101 tiene adicionalmente medios 107 que se disponen para proyectar la señal recibida con la matriz de proyección para la creación de la medición de la interferencia y ruido de la señal recibida. El dispositivo de estimación de la SIR 101 tiene medios 108 que se disponen para, para la señal recibida, crear una estimación de la SIR en base a la potencia de la señal recibida (ecuación 10) dividida por la interferencia y ruido de la señal recibida tal como ésta se determina en dicha proyección. De acuerdo con una realización, el dispositivo de estimación de la SIR 101 tiene un medio 109 que se dispone para extender el vector de observación con la interferencia de otros transmisores y con ruido. Los diferentes medios se controlan por una unidad de ordenador 110 en la unidad receptora 102.

35 La Figura 2 muestra un diagrama de flujo para un procedimiento de estimación de la SIR en un sistema 100 de telecomunicaciones y comunicación de datos basado en CDMA de acuerdo con la presente invención. El procedimiento se refiere a ecuaciones que se describirán más adelante e incluye las siguientes etapas:

40 201. Un transmisor 104 transmite una señal (ecuación 2) a un receptor 103. Durante cada símbolo de información recibido, se crea en el receptor un vector de observación (ecuación 3) que se origina a partir de la señal transmitida.

202. Para cada vector de observación se calcula una matriz de proyección (ecuación 9) para la señal recibida.

203. La señal recibida se proyecta entonces con la matriz de proyección para la creación de una medición de la interferencia y ruido de la señal recibida, y

45 204. Para la señal recibida se crea una estimación de la SIR en base a la potencia de la señal recibida (ecuación 10) dividida por la interferencia y ruido de la señal recibida tal como ésta se determina en dicha proyección.

El procedimiento se implementa por medio de un producto de software que incluye código de software para realizar las etapas del procedimiento. El software se ejecuta en una unidad de ordenador 110 en el sistema de telefonía móvil 100.

50 El software se puede descargar directamente o desde un medio que se pueda usar por un ordenador, tal como un disquete, CD o la Internet. El software se puede almacenar también en la unidad en la fabricación de la unidad de ordenador.

Descripción matemática del algoritmo:

La invención incluye un algoritmo que es un desarrollo adicional y mejora del algoritmo que se muestra en el Documento 1. El algoritmo no hace uso de ninguna secuencia de entrenamiento, se basa en un procedimiento conocido dentro del álgebra lineal y hace uso de las matrices de proyección.

- 5 El algoritmo de acuerdo con la invención se basa en que el código aleatorizado es conocido y que solamente éste, o éste en combinación con el código de expansión, puede sustituir a la secuencia de entrenamiento que se usa en el Documento 2 y 1. Esto es posible debido a las cualidades estadísticas del código aleatorizado.

El símbolo de información que se transmite en el momento t_k , por el transmisor j se indica por $c_j(t_k)$. El símbolo recibido $r_{ij}(t_k)$ en el receptor i en el momento t_k se puede expresar como:

10
$$r_{ij}(t_k) = \sum_{m=1}^M h_{ij}^m(t_k) c_j(t_{k-m+1}) \sqrt{p_j(t_{k-m+1})} \quad (1)$$

en la que $p_j(t)$ es la potencia de salida del transmisor j en el momento t , y $h_{ij}^m(t_k)$ describe el canal entre el transmisor j y el receptor i en el momento t_k .

La señal recibida total en el receptor i será entonces:

$$r_i(t_k) = r_{ii}(t_k) + \sum_{j:j \neq i} r_{ij}(t_k) + n_i(t_k) \quad (2)$$

- 15 en la que $r_{ii}(t_k)$ indica la información incluida, $\sum_{j:j \neq i} r_{ij}(t_k)$ es la interferencia desde otros transmisores y $n_i(t_k)$ es el ruido en el receptor.

El algoritmo de acuerdo con la invención hace uso de los denominados vectores de observación que se crean durante la recepción de cada símbolo de información. Supongamos que el canal no varíe en un grado apreciable durante $L+M-1$ símbolos recibidos consecutivamente (explicaremos esta suposición a continuación). Sea también la subsecuencia de símbolos recibidos $\{r_i(t_M), r_i(t_{M+1}), \dots, r_i(t_{M+L-1})\}$. Adicionalmente, sea $h_i^m(t_1)$, ($m = 1, \dots, M$) las conexiones del canal, y sea $p_i(t_1)$ la potencia del transmisor durante este periodo. Una conexión del canal es una parte de un receptor de radio que se ajusta para recibir una señal que, debido a las reflexiones, etc., se retrasa un período de tiempo comparada con el primer componente recibido de la señal. Entonces se puede crear un vector de observación y_i de la longitud L , que se origina a partir de la señal esperada en la siguiente forma:

25
$$y_i = C_i d_i \quad (3)$$

en la que el vector de observación $y_i = [r_i(t_M), \dots, r_i(t_{M+L-1})]^T$. El canal y la potencia transmitida se representan mediante el vector d_i

$$d_i = \sqrt{p_i(t_1)} [h_i^1(t_1), h_i^2(t_1), \dots, h_i^M(t_1)]^T \quad (4)$$

la matriz C_i es una denominada matriz de Toeplitz de dimensiones $L \times M$ con la siguiente estructura:

30
$$C_i = \begin{bmatrix} c_i(t_M) & \dots & c_i(t_2) & c_i(t_1) \\ c_i(t_{M+1}) & \dots & c_i(t_3) & c_i(t_2) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ c_i(t_{M+L-1}) & \dots & c_i(t_{L+1}) & c_i(t_L) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Si el modelo se extiende ahora con la interferencia desde otros transmisores y el ruido, (3) se puede reescribir como:

$$y_i(k) = C_i(k) d_i(k) + \sum_{j:j \neq i} C_j(k) d_j(k) + n_i(k) \quad (6)$$

Este vector es un espacio R con dimensión L .

- 35 Debido a que la intención no es detectar ningún dato útil, es decir la información que el usuario transmite, en la estimación sino solamente estimar la SIR, los datos útiles y el código extendido en el vector de canal d_i pueden, sin pérdida de generalidad, incluirse, de modo que $C_i d_i = C'_i D_i d_i = C'_i d'_i$. La matriz C'_i ahora consiste solamente en símbolos y el código aleatorizado que se conoce por adelantado.

Se estudiarán ahora los casos en los que $L > M$. esto significa que la matriz C'_i será rectangular y sus columnas solamente se extienden a un subespacio R_0 del espacio R . La señal esperada $C'^i(k) d'_i(k)$ se proyecta en este

subespacio y entonces existe un denominado espacio cero de \mathbf{R}_0 en el que la señal no existe (véase adicionalmente el Documento 1). Pero el hecho de que $L > M$ significa que la matriz \mathbf{C}'_i define el espacio que se expande. Se puede usar entonces una matriz de proyección que satisfaga la condición:

$$\mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) \mathbf{C}'_i(k) = 0 \quad (7)$$

5 hay una pluralidad de matrices que satisfacen tal relación, pero se debe usar la matriz de proyección \mathbf{P} a \mathbf{C} , que ha resultado que obtiene buenos resultados en otras aplicaciones. Se crea de acuerdo con lo siguiente:

$$\mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) = \mathbf{I} - \mathbf{C}'_i(k) \left(\mathbf{C}'_i{}^H(k) \mathbf{C}'_i(k) \right)^{-1} \mathbf{C}'_i{}^H(k) \quad (8)$$

en la que \mathbf{C}'^H indica la transpuesta hermitiana de la matriz \mathbf{C} .

Entonces se obtiene:

$$\begin{aligned} 10 \quad \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) \mathbf{y}_i(k) &= \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) \mathbf{C}'_i(k) \mathbf{d}'_i(k) + \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) \sum_{j:j \neq i} \mathbf{C}'_j(k) \mathbf{d}'_j(k) + \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) \mathbf{n}_i(k) = \\ &= \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) \sum_{j:j \neq i} \mathbf{C}'_j(k) \mathbf{d}'_j(k) + \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp(k) \mathbf{n}_i(k) \end{aligned} \quad (9)$$

es decir la señal recibida $\mathbf{y}_i(k)$ se proyecta en el subespacio en el que sólo existe interferencia más ruido (por esa razón la totalidad de la señal esperada desaparece en la ecuación (9) anterior).

15 Sin pérdida de generalidad se supone que se ha normalizado el elemento de código. Si no estuviese normalizado, esto se puede conseguir fácilmente mediante un proceso trivial de división.

La potencia total recibida se puede escribir por definición como

$$\mathbb{E}[\mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{y}_i(k)]$$

Una estimación correcta del valor de espera de esta magnitud es el promedio de tiempo de las últimas N_a muestras, es decir la estimación $\hat{\rho}_i(n)$ de la potencia recibida total se puede escribir como

$$20 \quad \hat{\rho}_i(n) = \frac{1}{L} \frac{1}{N_a} \sum_{k=n-N_a+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{y}_i(k) \quad (10)$$

Una estimación $\hat{I}(n)$ de la interferencia recibida más el ruido se obtiene a partir de (9) y (10) como

$$\hat{I}(n) = \frac{1}{L-M} \frac{1}{N_a} \sum_{k=n-N_a+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp \mathbf{y}_i(k)$$

Se obtiene en consecuencia una estimación de la SIR como

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{SIR}}(n) &= \frac{\hat{\rho}_{ii}(n)}{\hat{I}(n)} = \frac{\hat{\rho}_i(n) - \hat{I}(n)}{\hat{I}(n)} = \frac{\frac{1}{L} \frac{1}{N_a} \sum_{k=n-N_a+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{y}_i(k)}{\frac{1}{L-M} \frac{1}{N_a} \sum_{k=n-N_a+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp \mathbf{y}_i(k)} - 1 = \\ 25 \quad &= \frac{L-M}{L} \frac{\sum_{k=n-N_a+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{y}_i(k)}{\sum_{k=n-N_a+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{P}_{\mathbf{C}_i(k)}^\perp \mathbf{y}_i(k)} - 1 = \end{aligned} \quad (11)$$

Mediante todos los parámetros de (8) y (11) que están disponibles, se obtiene un estimador de la SIR que se puede implementar en el receptor.

30 La ecuación en (9) supone que la matriz de proyección no proyecta al exterior ninguna interferencia en la operación. Para que esto sea válido se requiere que ningún interferidor "expanda" el mismo, o parcialmente el mismo, espacio que la señal esperada desde el transmisor. Esto requiere que la correlación entre los códigos aleatorizados y los desplazamientos cíclicos de éstos sea baja, pero ésta es justamente la forma en la que los códigos aleatorizados se diseñan. Por ello éste no es un problema.

En lugar de usar las secuencias de entrenamiento como en el caso de GSM, los códigos aleatorizados,

posiblemente junto con los códigos expandidos, se pueden usar directamente en el proceso de estimación. Esto sólo es positivo, debido a que se pueden obtener más vectores de observación durante un periodo de tiempo dado cuando el algoritmo funciona a nivel de elemento de código lo que proporciona condiciones para las estimaciones considerablemente mejores (en comparación con el caso GSM).

- 5 Si la secuencia de expansión y aleatorizado añadida ha sido la misma para cada símbolo de información transmitido, los vectores de observación se podrían crear con la misma parte de esta secuencia para todos los vectores y para la matriz $\mathbf{C}_i(k)$ sería válido que $\mathbf{C}_i(k) = \mathbf{C}_i$ para todo k . Sería suficiente entonces calcular la matriz solamente una vez y usar ésta para todos los vectores de observación.

- 10 En este caso, sin embargo, la secuencia de expansión y aleatorizado añadida para cada símbolo de información transmitido varía. Esto se resuelve de acuerdo con el siguiente principio en el que se usa como ejemplo el sistema WCDMA en UMTS. En este sistema la longitud del código aleatorizado es de 38400 elementos de código y se transmite en 10 ms (3,84 Mega elemento de código/s). En consecuencia cada secuencia de elementos de código se repite cada 10^9 ms. Para cada secuencia de 10 ms se crean N_c vectores de observación ($j = 1, \dots, N_c$). El j -ésimo vector de observación en cada secuencia de 10 ms ahora tiene la misma matriz $\mathbf{C}_j(k)$, es decir la misma situación
15 que anteriormente. Para estos vectores será entonces posible calcular la matriz de proyección correspondiente por adelantado. En lugar de usar sólo una matriz de proyección, se ha de usar ahora en su lugar N_c matices diferentes (de las que todas se pueden calcular por adelantado). Se llega a la conclusión que de acuerdo con este procedimiento se pueden obtener un gran número de muestras, lo que hace al estimador tanto rápido como fiable.

- 20 No se necesitan usar tantos elementos en los vectores de observación para llegar a un buen resultado. Los resultados de simulación muestran que es suficiente con un tamaño un poco mayor que el número de conexiones del canal M . Lo importante aquí es obtener una dimensión suficientemente grande del espacio cero, dando como resultado un número suficiente de componentes para estimar la interferencia más ruido. Si hay, por ejemplo, como máximo 4 conexiones del canal, será suficiente con aproximadamente 7-8 elementos en los vectores de observación. Invertir o almacenar tal matriz no es problema.

- 25 Una cuestión que se debería preguntar sobre el rendimiento del algoritmo, es como funcionará si el canal no es constante durante $L+M-1$ elementos de código. Los resultados de simulación muestran que éste no es problema en absoluto cuando se aplica el principio a los sistemas GSM. Debido a que el tiempo de elemento de código es considerablemente mucho más pequeño en un sistema CDMA que el tiempo de símbolos en un sistema GSM, la suposición de un canal "constante" es más válida en un sistema CDMA. De modo que el resultado en el Documento
30 1 solamente se puede mejorar en esta situación.

- En un sistema CDMA práctico, los códigos (las secuencias de expansión y aleatorizado) no son completamente ortogonales. Las consecuencias para el algoritmo anterior serán que en la proyección (en la ecuación 9 anterior), una cierta parte de interferencia se puede proyectar al exterior lo que no se debería haber proyectado. Se debería observar que esto sólo es aplicable a la interferencia y no al ruido. Esto da como resultado que la interferencia se
35 subestima y en consecuencia que la SIR se sobrestima. Esto ha sido estudiado en el Documento 1 y los resultados de simulación muestran que el deterioro es muy marginal. El hecho es que el error que se comete, simplemente se "sumerge" entre todos los demás errores que ocurrirán por otras razones. La explicación del resultado ventajoso se origina a partir de la construcción de los códigos aleatorizados (baja autocorrelación y correlación cruzada) lo que da como resultado que las matrices diferencia $\mathbf{C}_i^*(k)$ se extienden sobre espacios cercanos y separados, es decir en la
40 proyección el error será casi imperceptible.

El algoritmo también ha resultado ser muy robusto contra cambios de las velocidades de los móviles y el número de interferidores lo que es una deseable cualidad.

- 45 La invención es general en la medida que se puede aplicar a sólo cualquier sistema CDMA. En UMTS será posible estimar la SIR sobre el canal dedicado en el enlace descendente, DPCH. El algoritmo se puede aplicar también al sistema americano cdmaOne.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la estimación de la Relación Señal a Interferencia, SIR, en un sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos (100) basado en CDMA que usa un código aleatorizado, incluyendo el procedimiento un algoritmo de estimación que estima la SIR por medio de una matriz de Toeplitz, en el que:

- 5 • se introduce el código aleatorizado exacto en la matriz de Toeplitz para efectuar dicha estimación de la SIR,
- durante la recepción de cada símbolo de información de una señal transmitida desde un transmisor, en un receptor, se crea un vector de observación (201), que se origina a partir de la señal transmitida y comprende los símbolos de información recibidos,
- a partir del vector de observación, se calcula una matriz de proyección (202) para la señal recibida
- 10 • la señal recibida se proyecta (203) con la matriz de proyección para la creación de una medida de la interferencia y el ruido de la señal recibida y
- se crea una estimación de la SIR para la señal recibida (204) en base a la potencia de la señal recibida dividida por la interferencia y ruido de la señal recibida tal como ésta se ha determinado en dicha proyección y dicho algoritmo de estimación es

$$15 \quad \frac{L-M}{L} \frac{\sum_{k=n-N_b+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{y}_i(k)}{\sum_{k=n-N_b+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{P}_{C_i(k)}^\perp \mathbf{y}_i(k)} - 1$$

en la que

$$\mathbf{P}_{C_i(k)}^\perp(k) = \mathbf{I} - \mathbf{C}'_i(k) (\mathbf{C}_i^H(k) \mathbf{C}'_i(k))^{-1} \mathbf{C}_i^H(k)$$

\mathbf{C}'_i es dicha matriz de Toeplitz de dimensiones $L \times M$, que consiste en de los símbolos en el código aleatorizado e \mathbf{y}_i es el vector de observación.

20 2. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado porque** el vector de observación se extiende con la interferencia desde otros transmisores y con el ruido.

3. Un procedimiento como se reivindica en la reivindicación 2, **caracterizado porque** el número de elementos en el vector de observación es más grande que el número de conexiones del canal en una unidad receptora.

25 4. Un procedimiento como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos (100) basado en CDMA usa un código expandido, **caracterizado porque** el código expandido en combinación con el código aleatorizado se introduce en la matriz de Toeplitz para efectuar dicha estimación de la SIR.

30 5. Un producto de software que se puede cargar directamente en la memoria interna de un ordenador (110) incluido en un dispositivo que estimación de la SIR (101) que pertenece a un sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos basado en CDMA (100); **caracterizado porque** incluye código de software para la ejecución de las etapas del procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-4.

35 6. Un dispositivo de estimación de la SIR (101) para la estimación de la Relación de Señal a Interferencia (SIR) en un sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos basado en CDMA (100), sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos (100) que usa un código aleatorizado, y en el que dicho dispositivo de estimación de la SIR (101) incluye un algoritmo de estimación que estima la SIR por medio de una matriz de Toeplitz, **caracterizado porque** el dispositivo de estimación de la SIR (101) incluye

medios para la introducción del código aleatorizado exacto en la matriz de Toeplitz, medios (105) para la creación de un vector de observación, que se origina a partir de la señal transmitida, durante la recepción de cada símbolo de información de una señal transmitida desde un transmisor a un receptor, comprendiendo el vector de observación los símbolos de información recibidos,

40 medios (106) para el cálculo de la matriz de proyección para la señal recibida a partir de cada vector de observación, medios (107) para la proyección de la señal recibida con la matriz de proyección para la creación de una medida de la interferencia y ruido de la señal recibida, y

45 medios (108) para la creación de la estimación de la SIR para la señal recibida, en base a la potencia de la señal recibida dividida por la interferencia y ruido de la señal recibida tal como se ha determinado en dicha proyección, **porque** el número de elementos en el vector de observación es mayor que el número de conexiones del canal en una unidad receptora

y **porque** dicho algoritmo de estimación es

$$\frac{L-M}{L} \frac{\sum_{k=n-N_b+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{y}_i(k)}{\sum_{k=n-N_b+1}^n \mathbf{y}_i^H(k) \mathbf{P}_{C_i(k)}^\perp \mathbf{y}_i(k)} - 1$$

en la que

$$P_{C_i(k)}^{-1}(k) = I - C_i'(k) (C_i'^H(k) C_i'(k))^{-1} C_i'^H(k)$$

C_i' es dicha matriz de Toeplitz de dimensiones $L \times M$, que consiste en los símbolos en el código aleatorizado e y_i es el vector de observación.

- 5 7. Un dispositivo de estimación de la SIR como se reivindica en la reivindicación 6, **caracterizado porque** incluye medios (109) para la extensión del vector de observación con interferencias desde otros transmisores y con ruido.
8. Un dispositivo de estimación de la SIR (101) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 6-7, en el que el sistema de telecomunicaciones y comunicación de datos (100) basado en CDMA usa además un código expandido, **caracterizado porque** el dispositivo de estimación de la SIR (101) incluye medios para la introducción del código expandido en combinación con el código aleatorizado dentro de la matriz de Toeplitz.
- 10

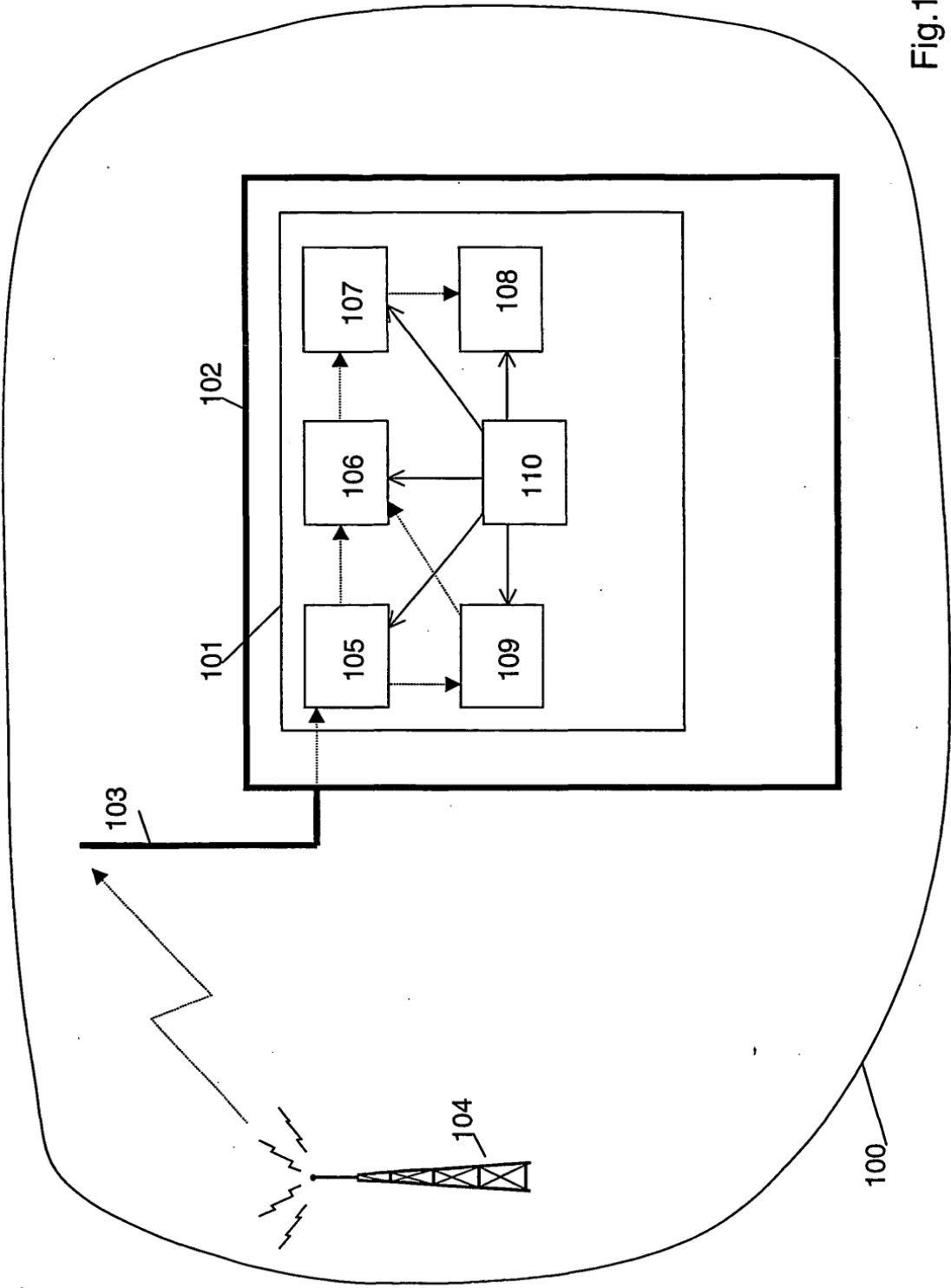


Fig.1

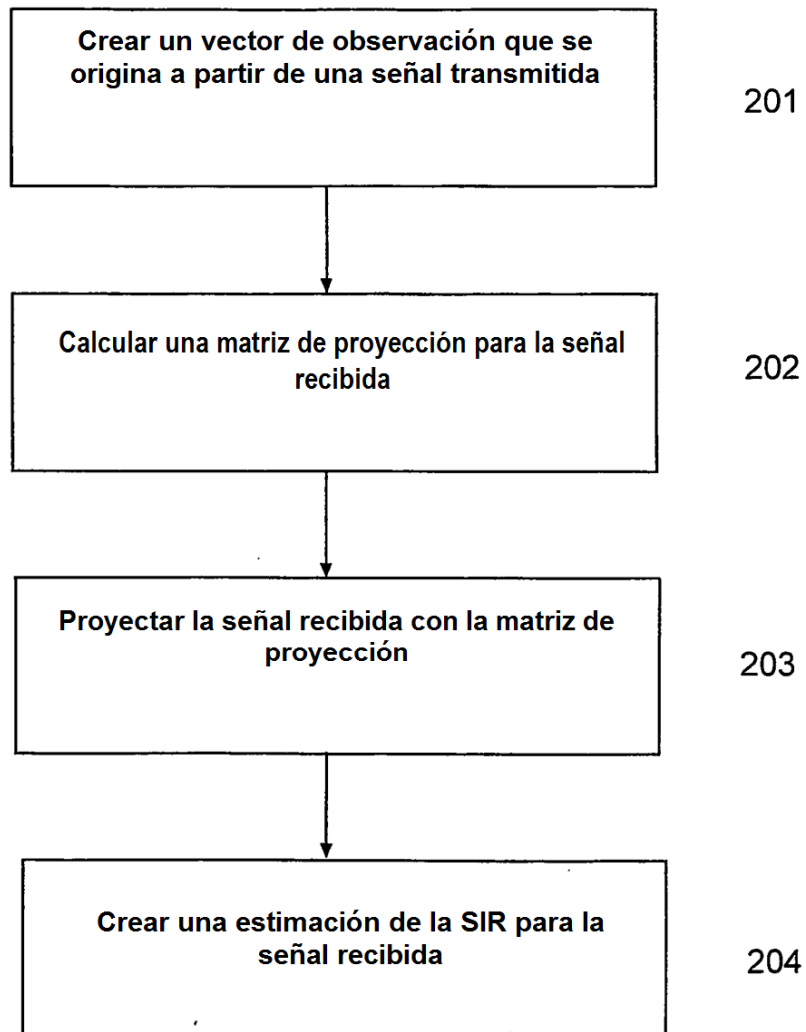


Fig. 2