

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Cra. 7 # 74 – 64 Oficina 506
Tel: (571) 3132408 – 3132423 - 3132410 - 3131759
Fax: (571) 3131647 - 3132367
E-mail: mail@rubiolawyers.com
Apartado Aéreo 21848
Bogotá, D.C.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 09-149217- -00005-0000

Fecha: 2012-08-01 15:13:11 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 35

Doctor

JOSE LUIS SALAZAR LOPEZ

Jefe División de Nuevas Creaciones (C)

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

REF: Expediente No. **09-149217**
Patente de Invención: **“METODO Y EQUIPO DE TERMINAL MOVIL,
ESTACION BASE PARA REPORTE INDICADOR
CQI EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN
INALAMBRICA CON ANTENA DE
TRANSMISION”**
PCT: **PCT/SE2007/050509**
Clasificación Int.: **H 01 Q 1/00, H 04 B 7/06, H 04 L 1/00**
Titular: **Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ)**

RESPUESTA A REQUERIMIENTO

OFICIO No. 7290 NOTIFICADO POR FIJACION EN LISTA DE 9 DE MAYO DE 2012

HUMBERTO RUBIO CAMACHO, mayor de edad, domiciliado en Bogotá, D.C., identificado con la cédula de ciudadanía número 17'192.062 de Bogotá, abogado graduado portador de la Tarjeta Profesional No. 50.007 expedida por el Consejo Superior de la Judicatura, actuando en carácter de **Apoderado de Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ)**., domiciliada en SE-164 83, Estocolmo, Suecia, debidamente reconocido por su Despacho, encontrándome dentro de la debida oportunidad procesal para dar respuesta al auto proferido por su Despacho, mediante Oficio No.7290 notificado por fijación en lista de 9 de Mayo de 2012, me permito:

Manifestar:

1.- En el informe pericial emitido sobre la presente invención, se han formulado las objeciones que a continuación resumimos:

a.- De las Reivindicaciones:

- Las reivindicaciones 1 a 5, 7 a 10, 14 a 17, 19, 29, 31, 34, 36 y 39 no son claras porque indican el uso que puede darse al producto reivindicado, el cual no es una

característica técnica que defina la invención. En este acápite se mencionan una serie de fragmentos de estas reivindicaciones, que en opinión del examinador definen el uso y no al producto en sí.

- Las reivindicaciones 10, 28 y 39 no son concisas porque hay una inconsistencia entre el número de referencia (41 1) y los dibujos. Se sugiere hacer la corrección necesaria.

- La reivindicación 25 contiene un error de traducción, según el siguiente fragmento: “....cuya información de la configuración de la antena describes dicha configuración de antena seleccionada. Se sugiere hacer la corrección necesaria.

b.- De la Descripción:

Se han encontrado los siguientes errores de traducción en la presente solicitud:

- “....El terminal móvil determines los valores CQI....” (folio 12, línea 25),
- “....La Fig. 1 shows una ilustración esquemática de una franja de tiempo...” (folio 19, líneas 5 a 6),
- “....extraer y interpretar los valores de CQI....” (folio 19, línea 35),
- “....se asume que la estación base determines una configuración de antena....” (folio 20, líneas 1-2),
- “....La granularidad puede cambiarse en frecuencia y/o time.... (folio 22, líneas 40 a folio 23, línea 1),
- “....se usa modulación codificada interpolada en espacio, time y frecuencia...” (folio 28, líneas 9-10),
- “....un flujo de datos codificados se transmite es multiplexado en antenas de transmisión así como en time y frecuencia.... (folio 30, líneas 16-18).

Hay inconsistencia entre los números de referencia de los dibujos (folios 42, 44) y la descripción (folio 20, línea 38, folio 24, líneas 32 a 38), según los siguientes fragmentos:

- “....en la forma de información de configuración de la antena 41 1...”,
- “....en el período de tiempo 3 los valores de CQI se reportan para los grupos subtransportadores No... con respecto a una primera antena de transmisión en el periodo de tiempo 4 los valores CQI de nuevo se reportan para los grupos subtransportadores No... pero con respecto a una segunda antena de transmisión.

Hay un error de digitación en la descripción, según el siguiente fragmento:

“Es tractivo si el número de bits de retroalimentación puede reducirse más son impactar severamente el desempeño CQI... (Folio 31, líneas 24 a 25)

c. Determinación del Estado de la Técnica:

No se encontró ningún documento del estado de la técnica que anticipe el objeto de la presente solicitud.

2.- En contestación a las observaciones anteriores, manifestamos lo siguiente:

Acompañamos a esta respuesta nuevos Capitulo Descriptivo y de Reivindicaciones en los cuales se han revisado y rectificado los errores tipográficos y de traducción encontrados por el examinador en la solicitud original.

Los nuevos documentos se basan en el contenido de la solicitud originalmente presentada y en ningún modo introducen nueva materia en la misma.

Sobre la objeción de que las reivindicaciones 1 a 5, 7 a 10, 14 a 17, 19, 29, 31, 34, 36 y 39 presentan falta de claridad ya que indican el uso que puede darse al producto reivindicado, el cual no es una característica técnica que defina la invención, respetuosamente discrepamos de la misma ya que el examinador debe entender que las invenciones en campos avanzados como el de las comunicaciones inalámbricas como el caso que nos ocupa, están más relacionadas con los tipos de funciones realizadas por los diferentes elementos que conforman estos sistemas de comunicaciones que con la estructura física mediante la cual se implementan cada una de estas funciones.

Si se consideran otras invenciones relacionadas con estas clasificaciones pertenecientes a la clasificación internacional de patentes CIP (H04B 7/06, H04Q 7/22 y H04L 1/00), se podrá verificar que las reivindicaciones de las mismas se definen en término similares a los de la presente invención.

Tomando en cuenta que no se han encontrado documentos del estado de la técnica que anticipen el objeto de las reivindicaciones de la presente invención, y con la rectificación

HUMBERTO RUBIO & CIA.

ABOGADOS

Expediente No. 09-149217

Pagina 4 de 4

de los errores formales aquí presentada, entendemos que la solicitud de patente ha quedado lista para su concesión.

En consecuencia solicito que, sobre la base de los documentos que aquí se adjuntan, se proceda a la concesión de la patente colombiana correspondiente.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente consideramos que la presente solicitud de invención cumple con lo establecido en los artículos 16, 18 y 30 de la Decisión 486, es decir, la solicitud en estudio es una invención novedosa, tiene nivel inventivo y no se deriva de manera evidente del estado de la técnica, es susceptible de aplicación industrial, por tanto cumple con los requisitos establecidos en nuestra legislación para que sea otorgado el privilegio de invención.

Anexar:

- i. Nuevo capitulo Descriptivo
- ii. Nuevo capitulo Reivindicatorio.

Petición:

Conforme a lo anterior, una vez atendidos los requerimientos y exigencias del examinador y al tener en cuenta el nuevo capítulo descriptivo, reivindicatorio y pliego de figuras, además de lo manifestado anteriormente, solicito muy respetuosamente a su Despacho, continuar el trámite de rigor y de ser el caso se hagan las correspondientes observaciones con el ánimo de hacer lo pertinente dentro del presente trámite.

Atentamente,



HUMBERTO RUBIO CAMACHO

C.C. 17'192.062 de Bogotá

**T.P. 50.007 Consejo Superior
de la Judicatura**

COD. 4134

METODO Y EQUIPO DE TERMINAL MOVIL, ESTACION BASE PARA REPORTE INDICADOR CQI EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALAMBRICA CON ANTENA DE TRANSMISION

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se relaciona con métodos y configuraciones para reportar el indicador de calidad de canal (CQI) en un sistema de telecomunicaciones inalámbricas, y más particularmente, con métodos y configuraciones que permiten la adaptación del reporte del CQI a una configuración de antena
10 considerada.

ANTECEDENTES

En sistemas de comunicaciones inalámbricas, como aquellas que operan en concordancia con los estándares 3GPP WCDMA para paquetes de acceso de alta velocidad (HSPA) o de acuerdo con los
15 estándares 3GPP que actualmente están siendo desarrollados bajo el nombre del proyecto LTE (Long Term Evolution), la estación base (también conocida como NodeB o eNodeB) puede transmitir en un canal de enlace descendente compartido a un número de terminales móviles (también llamados equipos de usuario, UEs).
20 Una o múltiples antenas de transmisión pueden tomar parte en esta transmisión de acuerdo con diferentes técnicas de transmisión. Para que la estación base por ejemplo determine la velocidad adecuada de datos, el esquema de modulación, y la potencia de transmisión, debe tener alguna medida de cuán
25 "bueno" es actualmente el canal. En consecuencia, el terminal móvil proporciona una medida de la calidad del canal a la estación base mediante valores del indicador de la calidad de canal (CQI) que son continuamente regresados a la estación base en un enlace ascendente. El terminal móvil determina los valores
30 de CQI basándose en medidas realizadas en, por ejemplo, señales piloto sobre el tipo de sistema de telecomunicación que pueden especificar un número de posibles niveles de calidad del canal, en el cual cada nivel de calidad del canal corresponde a ciertas medidas de calidad del canal y cada nivel puede asociarse con un
35 respectivo valor de CQI representado, por ejemplo, por una palabra de 4-bits.

El reporte del CQI permite que la estación base adapte su transmisión de enlace descendente a la calidad cambiante del canal. Sin embargo, el ancho de banda de enlace ascendente es un recurso limitado. Existen por lo tanto dos intereses antagónicos relacionados con los reportes del CQI. Uno es el proporcionar reportes del CQI tan detallados como sea posible y tan frecuente como se pueda con el fin que la estación base pueda adaptar su transmisión de la mejor forma posible a la calidad cambiante del canal. El otro es el de mantener la velocidad de reportes del CQI tan baja como sea posible para ocupar el menor ancho de banda de enlace ascendente disponible.

El uso de esquemas de múltiples antenas hace el reporte del CQI más complejo que los esquemas de una sola antena. En un concepto de múltiples antenas propuesto para el modo de acceso de paquetes de datos de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA) del sistema WCDMA, mediante la selección de un subconjunto de antenas a partir de las cuales transmitir, se considera una extensión de la adaptación del enlace rápido. Esto lleva a una transmisión sobre un modo de antena más emparejado cercanamente a las condiciones de propagación, en comparación con los esquemas de múltiples antenas que siempre transmiten a partir de las mismas antenas. En HSDPA, la velocidad de control por antena (PARC) es un enfoque de múltiples antenas que ofrece mayores velocidades de datos en el enlace descendente. En este enfoque, las velocidades de transmisión separadas son suministradas por los flujos de datos mapeados para cada antena de transmisión. Cuando tanto las velocidades y el subconjunto de antenas de transmisión se seleccionan adaptativamente, esto se conoce como un PARC-selectivo (S-PARC). El CQI que se estima en el móvil y se transmite en el enlace ascendente a la estación base es parte del proceso de adaptación del enlace y permite que se realice la selección de la antena y la velocidad de asignación. Ya que las señales transmitidas desde diferentes antenas interfieren entre sí, el CQI estimado cambia para cada combinación de antenas de transmisión. Proporcionar los estimados del CQI para cada antena bajo cada combinación utiliza una cantidad creciente de recursos disponibles del enlace ascendente en comparación con la transmisión de una sola antena.

El tipo de receptor empleado también puede incrementar el número de valores del CQI que pueden regresarse a la estación base. Por

ejemplo, usar un receptor de cancelación de interferencia sucesiva (SIC) aplica un ordenamiento de decodificación a las antenas de transmisión de forma tal que habrá un valor de CQI separado para cada permutación (en vez de una combinación) de antenas. Para HSDPA, los códigos de múltiple propagación se usan para transmitir una mayor cantidad de datos a un usuario individual, o para transmitir menores cantidades de datos a múltiples usuarios simultáneamente. Para conservar los códigos de propagación en el enfoque con múltiples antenas propuesto antes, los códigos de propagación se usan a lo largo de diferentes antenas de transmisión. En la práctica, el reporte del CQI se realiza usualmente bajo la suposición de algunos números de códigos de propagación asignados a un usuario. Para obtener los valores de CQI para un número diferente de códigos de propagación, los valores de CQI se magnifican de manera apropiada. Esto es posible ya que todos los códigos de propagación se transmiten en el mismo canal de propagación.

Para los sistemas OFDM como LTE y WiMax, la banda de frecuencia se subdivide en muchos sub-transportadores separados. Dependiendo de la cantidad de dispersión en el canal de propagación, diferentes partes de la banda de frecuencia pueden experimentar potencialmente diferentes realizaciones de desvanecimientos. En el extremo, bajo una dispersión severa, cada sub-transportador puede tener un desvanecimiento diferente. Esto crea una complejidad adicional en el proceso de reporte del CQI cuando el(los) usuario(s) son asignados a diferentes sub-transportadores de manera adaptativa. Para S-PARC, la cantidad de reportes de CQI se incrementa ya con el número de diferentes combinaciones de antenas (permutaciones) que deben reportarse. Con la subdivisión de la banda de frecuencia en sub-transportadores la cantidad de CQI que pueden reportarse crece aún más.

Como se mencionó antes es deseable mantener baja la cantidad de retroalimentación usada para el reporte del CQI, tanto para que el CQI pueda transmitirse confiablemente como para no usar una gran parte del ancho de banda de enlace ascendente. Esto se hace especialmente importante cuando el número de móviles activos en el sistema se incrementa.

Un enfoque para reducir la complejidad de retroalimentación del CQI para S-PARC se describe en la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos No. US 2005/0250544 cuando se acopla con un receptor SIC. Este enfoque primero elige una
 5 antena que ofrece la mejor velocidad y la usa para una transmisión de una sola antena. Al considerar la transmisión con dos antenas, el subconjunto de dos antenas es obligado a contener la mejor antena antes hallada para una transmisión de una sola antena y la antena con la siguiente mejor velocidad.
 10 Este enfoque se repite para los subconjuntos de tres- y cuatro-antenas y en general se llama 'propiedad del subconjunto' en relación con la selección de la antena. Implícitamente, se da un orden a las antenas para que la primera antena tenga la mayor velocidad de transmisión mientras la última antena tenga la
 15 menor velocidad de transmisión. Este ordenamiento de antenas de menor a mayor velocidad es el orden en que el receptor SIC procesa las señales recibidas. Así entonces, un gran número de ordenamientos de antenas se evita al limitar el orden de antenas y la selección de subconjuntos mediante el uso de esta propiedad
 20 del subconjunto.

Claramente, tratar de reportar un orden de antenas para cada sub-transportador sería muy costoso en términos de retroalimentación del CQI. Adicionalmente, sería impráctico ya que los flujos transmitidos son igualmente codificados para
 25 diferentes sub-transportadores, y el receptor SIC utiliza las señales decodificadas/re-codificadas como parte del proceso de detección.

SUMARIO

Como se mencionó anteriormente, la cantidad de CQI que puede
 30 reportarse se incrementa con el uso de configuraciones de antenas que incluyan múltiples antenas. Un objetivo de la presente invención es por lo tanto ofrecer métodos y configuraciones que permitan la adaptación de la cantidad de reportes de CQI a una configuración de la antena considerada.

35 El anterior objetivo se alcanza mediante un terminal móvil, una estación base y un método de acuerdo con las reivindicaciones.

Una primera modalidad de la presente invención establece un dispositivo de terminal móvil para usar en un sistema de comunicaciones inalámbricas. El dispositivo de terminal móvil comprende un receptor para recibir una señal de número M de antenas de transmisión, en el cual la señal incluye un número de sub-transportadores. El dispositivo de terminal móvil también comprende una unidad de procesamiento para determinar un formato de reporte del CQI para una colección de los sub-transportadores basándose en una configuración de la antena de transmisión seleccionada asociada con la colección de sub-transportadores y para determinar el número P_{CQI} de los valores de CQI relacionados con la colección de sub-transportadores en concordancia con un formato de reporte del CQI determinado. La unidad de procesamiento se configura para adaptar el formato de reporte del CQI a la configuración de la antena de transmisión seleccionada, de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada. El dispositivo de terminal móvil además comprende un transmisor para transmitir el P_{CQI} de los valores de CQI a una estación base en una señal de retroalimentación.

Una segunda representación de la presente invención establece un método en un dispositivo de terminal móvil. El método comprende un paso de recibir una señal de número M de antenas de transmisión, señal que incluye un número de sub-transportadores. El método además comprende un paso de determinar un formato de reporte del CQI para una colección de los sub-transportadores basándose en una configuración de la antena de transmisión seleccionada asociada con la colección de sub-transportadores. El formato de reporte del CQI se adapta a la configuración de la antena de transmisión seleccionada de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada. El método además comprende un paso de determinar el número de P_{CQI} de los valores de CQI relacionado con la colección de sub-transportadores en concordancia con el formato determinado de reporte del CQI y un paso de transmitir el P_{CQI} de los valores de CQI a una estación base en una señal de retroalimentación.

Una tercera representación de la presente invención establece una estación base para el uso en un sistema de comunicaciones inalámbricas. La estación base comprende un transmisor para transmitir una señal que incluye un número de sub-transportadores de número M de antenas de transmisión. La estación base también comprende un receptor para recibir una señal de retroalimentación de un dispositivo de terminal móvil y una unidad de procesamiento para procesar la señal de retroalimentación para extraer el número P_{CQI} de los valores de CQI relacionado con una colección de sub-transportadores y para extraer información de configuración de la antena que especifica una configuración de la antena de transmisión seleccionada. Los valores de CQI están en concordancia con un formato de reporte de CQI que depende de la configuración de la antena de transmisión seleccionada de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número de antenas de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

Las ventajas y características de las modalidades de la presente invención se harán aparentes cuando se lea la siguiente descripción detallada conjuntamente con las figuras.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Fig. 1 es un diagrama esquemático que ilustra un sistema de comunicación inalámbrica en el que la presente invención puede implementarse.

La Fig. 2 es un diagrama esquemático que ilustra un formato de reporte de CQI para una antena de transmisión de acuerdo con una representación de la presente invención.

La Fig. 3 es un diagrama esquemático que ilustra un formato de reporte de CQI para dos antenas de transmisión de acuerdo con una representación alternativa de la presente invención.

La Fig. 4 es un diagrama esquemático que ilustra un formato de reporte de CQI para cuatro antenas de transmisión de acuerdo con otra representación alternativa de la presente invención.

La Fig. 5 es un diagrama esquemático que ilustra un formato alternativo de reporte de CQI para dos antenas de transmisión de

acuerdo con otra representación alternativa de la presente invención.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático que ilustra otro formato alternativo de reporte de CQI para cuatro antenas de transmisión de acuerdo con otra representación alternativa adicional de la presente invención.

La Fig. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una representación de la presente invención.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método para determinar los valores de CQI de acuerdo con una representación de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención ahora se describirá más enteramente en adelante con referencia a las figuras acompañantes, en las cuales las modalidades preferidas de la invención se presentan. Esta invención puede, sin embargo, representarse en muchas formas diferentes y no debería interpretarse como limitada a las modalidades aquí establecidas; por el contrario, estas modalidades se ofrecen para que esta divulgación sea detallada y completa, y comunicar así de forma completa el alcance de la invención a aquellos versados en la materia.

Se reconoce que existen diferentes ventajas y desventajas que pueden argumentarse para reducir el reporte del CQI. La invención divulga modalidades para el reporte del CQI con una granularidad en tiempo, espacio y frecuencia, que se acopla con una configuración adaptativa de antena considerada para usarse en la transmisión a partir de una estación base. Además, los esquemas de señales para reportar esta información del CQI desde el móvil a la estación base también se divulgan. Para los sistemas OFDM, ya que a los usuarios se les asignan el uso de sub-transportadores específicos en tiempo y frecuencia, es deseable hacer que los reportes del CQI concuerden con un rango similar de tiempo y frecuencia. Dichas consideraciones ocurren, por ejemplo, cuando los usuarios son programados adaptativamente dentro de sub-bandas de todo el ancho de banda de la señal OFDM, o cuando se usa una partición fija de sub-transportadores de la banda de frecuencia. Es deseable mantener la cantidad de

retroalimentación usada para bajos reportes de CQI, para que el CQI pueda transmitirse confiablemente y para no usar una gran parte del ancho de banda de enlace ascendente. Esto se hace especialmente importante cuando se incrementa el número de móviles activos en el sistema.

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de bloques de un sistema de comunicaciones inalámbricas 420, por ejemplo, un sistema LTE que implementa OFDM como tecnología de acceso de radio, en la que la presente invención puede implementarse. El sistema 420 comprende una estación base de radio 400 (también llamada NodeB Evolucionado (eNB) de acuerdo con la terminología LTE) y un dispositivo de terminal móvil 401, que por ejemplo puede ser un teléfono móvil, una computadora portátil, una PDA (asistente personal digital) o algún otro tipo de equipo de usuario (UE). Debería entenderse que ciertos detalles y componentes en el dispositivo de terminal móvil 401 y en la estación base 400 son bien conocidos por la persona versada en la materia. Por lo tanto, para los efectos de claridad, la descripción del dispositivo de terminal móvil 401 y la estación base 400 suministrada a continuación, omite dichos detalles y componentes bien conocidos, que no son necesarios para entender la presente invención.

Como se muestra en la Fig. 1, la estación base 400 tiene cuatro antenas de transmisión 403-1, 403-2, 403-3 y 403-4. Sin embargo la presente invención puede usarse en relación con estaciones base con cualquier número de antenas. En esta solicitud M se usará para indicar el número de antenas de transmisión de la estación base. La estación base 400 además incluye un transmisor 410 para transmitir una señal compartida de enlace descendente (DL) 404, en este ejemplo una señal OFDM, que incluye un número de sub-transportadores 412 para un número de terminales móviles, tal como el terminal móvil 401. Los diferentes sub-transportadores 412 pueden asignarse adaptativamente para llevar datos y/o señales a diferentes terminales móviles. La Fig. 1 muestra una ilustración esquemática de una franja de tiempo de la señal OFDM 404, que en este ejemplo se asume consta de 600 sub-transportadores 412 por siete símbolos OFDM. La estación base 400 también incluye un receptor 421 para recibir las señales del enlace ascendente (UL) provenientes de las terminales móviles, tales como una señal de enlace ascendente

408 del dispositivo de terminal móvil 401. En la señal de enlace ascendente 408, se puede incluir la información de retroalimentación como los valores de CQI 409. La estación base puede procesar la señal de retroalimentación 408 para, por ejemplo, extraer e interpretar los valores de CQI mediante una unidad de procesamiento 402.

La estación base 400 puede elegir transmitir datos y/o señales en diferentes sub-transportadores 412 a partir de todas o un subconjunto de las antenas de transmisión 403-1 403-2, 403-3, 403-4 de acuerdo con diferentes configuraciones de antena determinadas. En esta solicitud se asume que la estación base determina una configuración de la antena para una colección de sub-transportadores adyacentes. Incluso si la estación base ha elegido transmitir datos solo a partir de un subconjunto de antenas de transmisión, se asume aquí que una señal piloto siempre se transmite desde cada una de las antenas, por ejemplo, para propósitos tales como las mediciones de calidad de canal. Por lo tanto siempre será posible que el terminal móvil 401 estime los valores de CQI para todos los sub-transportadores provenientes de todas las antenas de transmisión.

El dispositivo de terminal móvil 401 incluye un receptor para recibir la señal de enlace descendente 404 y un transmisor para transmitir la señal de enlace ascendente 408. El dispositivo de terminal móvil además está equipado con una unidad de procesamiento 406, que, por ejemplo, es capaz de determinar formatos de reporte del CQI a ser usados para el reporte del CQI como se explicará más adelante.

La calidad del canal en el enlace descendente desde la estación base 400 al terminal móvil 401 varía sobre la banda de frecuencia y por lo tanto diferirá entre diferentes sub-transportadores 412. La calidad del canal de un sub-transportador también dependerá desde que antena de transmisión se transmite el sub-transportador y de la interferencia de otras antenas de transmisión. Por lo tanto el equipo de terminales móviles debería idealmente determinar un valor de CQI por sub-transportador para cada antena y para cada posible configuración de la antena de transmisión. Sin embargo, ya que esto en la mayoría de casos haría muy costoso reportar valores de CQI para todas las posibles configuraciones de antena, el terminal móvil

seleccionará, de acuerdo con las modalidades de la presente invención, una configuración de la antena para una colección de sub-transportadores y estimará valores de CQI para los sub-transportadores de una colección con respecto a la configuración de antena seleccionada. La información que especifica la configuración de antena seleccionada que aplica a diferentes colecciones de sub-transportadores se reportará a la estación base 400 en la señal de enlace ascendente 408 en la forma de información de la configuración de la antena 411, que se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1. La estación base puede luego decidir transmitir, de acuerdo con la configuración de la antena de transmisión seleccionada o de acuerdo con otra configuración de la antena determinada que se derive de la configuración de la antena de transmisión seleccionada. En esta solicitud el término "configuración de antena seleccionada" se usa para indicar la configuración de la antena que el terminal móvil 401 ha seleccionado considerar cuando estime los valores del CQI, mientras el término "configuración de la antena determinada" se usa para indicar la configuración de la antena que la estación base 400 ha decidido usar para la transmisión. Además, el número de antenas de la configuración de antena seleccionada designará con m , en el cual $1 \leq m \leq M$.

Dependiendo del tipo de receptor 405 del terminal móvil el cálculo de los valores del CQI puede no solo depender de las antenas de transmisión incluidas en la configuración de antena seleccionada sino también del orden en que se decodifican las señales provenientes de las diferentes antenas. La configuración de antena seleccionada por lo tanto comprenderá un orden seleccionado de antenas en esos casos en los que el orden de decodificación tiene un impacto en los estimados del valor de CQI. En los casos en los cuales el orden de decodificación no importa, la configuración de antena seleccionada solo especificará el subconjunto considerado de antenas de transmisión, es decir, sin ordenar. Esto se explicará más adelante en relación con un par de ejemplos específicos de las modalidades.

De acuerdo con las modalidades de la presente invención la unidad de procesamiento 406 del terminal móvil se configura para determinar un formato de reporte del CQI a ser usado para el reporte del CQI basándose en el número m de antenas de

transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada. De acuerdo con las modalidades de la presente invención el formato de reporte del CQI se adapta de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número m de

5 antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada. Ya que la configuración de la antena de transmisión seleccionada puede diferir entre diferentes colecciones de sub-transportadores, el formato de reporte del CQI puede también diferir entre las diferentes colecciones de

10 sub-transportadores. Algunos ejemplos diferentes de formatos de reporte del CQI de acuerdo con diferentes modalidades de la presente invención se explicarán en más detalle con referencia a las Figs. 2-6. Para mayor simplicidad se asumirá que todos los sub-transportadores representados en las Figs. 2-6

15 respectivamente se asocian con la misma configuración de antena seleccionada. Los estimados del CQI se podrían hacer potencialmente para cada sub-transportador en el sistema OFDM. Pero de acuerdo con las modalidades de la invención la cantidad de información de CQI enviada desde el terminal móvil 401 a la

20 estación base 400 se reduce haciendo estimados del CQI para los grupos de sub-transportadores (en tiempo y/o frecuencia) y no para cada sub-transportador. Esto se ilustra en las Figs. 2-6 en las que se considera el sistema 420 del ejemplo. Como se mencionó anteriormente, la señal OFDM se compone de 600 sub-

25 transportadores en el sistema 420.

La Fig. 2 es una representación esquemática de un formato de reporte del CQI para reportes de CQI para una configuración de la antena de transmisión seleccionada con una sola antena de transmisión. Para reducir la cantidad de información de CQI, los

30 sub-transportadores se reúnen en grupos de sub-transportadores de 15 sub-transportadores adyacentes por 7 símbolos OFDM y un valor de CQI que se estima para cada grupo de sub-transportadores. En este ejemplo, la señal OFDM transmitida en un período de tiempo se divide en 40 secciones. Cada sección

35 contiene un grupo de sub-transportadores de 1 de 15 sub-transportadores por 7 símbolos OFDM. Si $B=32$ bits se asignan para el reporte del CQI, y cada valor CQI se representa como 4 bits, entonces 8 valores de CQI pueden reportarse durante cada período de tiempo y 5 períodos de tiempo se requieren para

40 actualizar el CQI para todos los sub-transportadores. De acuerdo

con la Fig. 2 se ilustra esquemáticamente que en cada período de tiempo los valores de CQI para 8 de los grupos de sub-transportadores se reportan (indicados como secciones negras). En el período de tiempo 0 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 4, 9, 14, 19, 24, 29, 34 y 39, en el período de tiempo 1 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32 y 37, etc.

Para preservar el número de bits usados para el reporte del CQI cuando la configuración de la antena de transmisión seleccionada tiene más de una antena, la granularidad del formato de reporte del CQI se hace más grande, de acuerdo con las modalidades de la presente invención, para acomodarse a la información del CQI relacionada con las múltiples antenas. La granularidad puede cambiarse en frecuencia y/o tiempo. Al hacer más grandes los grupos de sub-transportadores de sub-transportadores adyacentes, la granularidad en frecuencia puede cambiarse. Esto se muestra en las Figs. 3 y 4, que son otros dos ejemplos diferentes de los formatos de reporte del CQI de acuerdo con las modalidades de la invención.

La Fig. 3 es una representación esquemática de un formato de reporte del CQI para reportar valores de CQI para una configuración de la antena de transmisión seleccionada con dos antenas de transmisión. En esta representación de la invención los grupos de sub-transportadores 2 de sub-transportadores adyacentes se hacen el doble de grandes en comparación con el ejemplo de una antena de transmisión en la Fig. 2. Para cada grupo de sub-transportador 2, los valores de CQI se calculan para cada una de las dos antenas de transmisión. La estimación del CQI se realiza de esta forma con el fin de modelar con exactitud la interferencia entre las dos antenas de transmisión. De acuerdo con la Fig. 3 se muestra que en cada período de tiempo se reportan los valores de CQI para cuatro de los grupos de sub-transportadores para cada una de las dos antenas de transmisión (indicadas en secciones negras). En el período de tiempo 0 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 4, 9, 14 y 19, en el período de tiempo 1 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 2, 7, 12, y 17, etc. En comparación con el ejemplo ilustrado en la Fig. 2, la granularidad en frecuencia es

mayor ya que cada valor de CQI en el ejemplo de la Fig. 3 representa la calidad del canal para un grupo más grande de sub-transportadores. Sin embargo, cinco periodos de tiempo se requerirán aún para hacer un reporte del CQI completo para todos
 5 los sub-transportadores y se reportará en cada período de tiempo la misma cantidad de información del CQI en términos de los bits.

La Fig. 4 es una representación esquemática de un formato de reporte del CQI para el reporte del CQI de una configuración de
 10 la antena de transmisión seleccionada con cuatro antenas de transmisión. En esta representación de la invención, los grupos de sub-transportadores 3 de sub-transportadores adyacentes se hacen cuatro veces más grande comparados con el ejemplo con la antena de transmisión en la Fig. 2. Para cada grupo de sub-
 15 transportador 3 los valores de CQI se estiman para cada una de las cuatro antenas de transmisión. La estimación de CQI se realiza de esta forma con el fin de modelar de manera exacta la interferencia entre las cuatro antenas de transmisión. De acuerdo con la Fig. 4 se muestra que en cada período de tiempo
 20 los valores de CQI para dos de los grupos de sub-transportadores, para cada una de las cuatro antenas de transmisión, se reportan (indicadas en secciones negras). En el período de tiempo 0 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 4 y 9, en el período de tiempo
 25 1 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 2 y 7, etc. En comparación con el ejemplo en la Fig. 3, la granularidad en frecuencia del formato de reporte del CQI se hace aún más grande en el ejemplo ilustrado en la Fig. 4.

30 Como se mencionó antes también es posible adaptar la granularidad del formato de reporte del CQI en el tiempo en vez de la frecuencia en el caso de la configuración de las antenas de transmisión seleccionadas con múltiples antenas de transmisión. Esto se ilustra en las Figs. 5 y 6, que ilustran
 35 ejemplos de formatos de reporte del CQI de acuerdo con las modalidades de la presente invención en el caso de la configuración de las antenas de transmisión seleccionadas con dos y cuatro antenas de transmisión respectivamente. En las Figs. 5 y 6 los tamaños de los grupos de sub-transportadores son
 40 los mismos que en el ejemplo ilustrado en la Fig. 2. Sin

embargo, en el caso de dos antenas de transmisión ilustradas en la Fig. 5 el reporte del CQI para cada grupo de sub-transportador ocurrirá en dos franjas de tiempo, en el cual los valores de CQI para una de las dos antenas de transmisión se reporta en cada una de las dos franjas de tiempo. En el período de tiempo 0 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 4, 9, 14, 19, 24, 29, 34 y 39 con respecto a una primera antena de transmisión, en el período de tiempo 1 los valores de CQI de nuevo se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 4, 9, 14, 19, 24, 29, 34 y 39 pero con respecto a una segunda antena de transmisión, en el período de tiempo 3 los valores de CQI se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32 y 37 con respecto a una primera antena de transmisión, en el período de tiempo 4 los valores de CQI de nuevo se reportan para los grupos de sub-transportadores No. 2, 7, 12, 17, 22, 27, 32 y 37 pero con respecto a una segunda antena de transmisión, etc. En la Fig. 5 se requerirán diez períodos de tiempo para hacer un reporte del CQI completo para todos los sub-transportadores. En el caso de cuatro antenas de transmisión ilustradas en la Fig. 6, se requerirán análogamente veinte períodos de tiempo para hacer un reporte completo del CQI para todos los sub-transportadores. En cada período de tiempo se reportarán los valores de CQI asociados con ocho diferentes grupos de sub-transportadores con respecto a una de las antenas de transmisión. Durante los siguientes tres períodos de tiempo, los valores de CQI relacionados con los mismos ocho grupos de sub-transportadores se reportarán pero con respecto a las restantes tres antenas de transmisión.

Como se mencionó anteriormente, se asumió en relación con los ejemplos lustrados en las Figs. 2-6 que todos los 600 sub-transportadores estaban asociados con la misma configuración de la antena de transmisión seleccionada. Sin embargo, la presente invención no está limitada a este caso. Es posible aplicar diferentes configuraciones de antena de transmisión seleccionadas para diferentes sub-transportadores o grupos de sub-transportadores. La opción natural sería, sin embargo, aplicar la misma configuración de la antena de transmisión seleccionada para múltiples grupos de sub-transportadores adyacentes como se discutirá después. Si, por ejemplo, asumimos

que una primera configuración de la antena de transmisión seleccionada con una antena de transmisión se aplica para una primera colección de sub-transportadores que comprende los primeros 300 sub-transportadores del sistema 420 y una segunda configuración de la antena de transmisión seleccionada con dos antenas de transmisión, se aplica para una segunda colección de sub-transportadores que comprende los restantes 300 sub-transportadores del sistema 420, entonces el CQI puede reportarse para la primera colección con un primer formato de reporte del CQI que tenga el patrón ilustrado en la Fig. 2 y para la segunda colección con un segundo formato de reporte del CQI que tenga el patrón ilustrado en la Fig. 3. De acuerdo con el formato de reporte combinado de CQI resultante para las dos colecciones de sub-transportadores, ocho valores de CQI se reportarían en cada franja de tiempo, cuatro de los cuales se relacionarían con cuatro grupos de sub-transportadores de la primera colección y cuatro se relacionarían con dos grupos de sub-transportadores de la segunda colección para cada una de las dos antenas de transmisión.

Si se aplican diferentes configuraciones de la antena de transmisión seleccionada para las diferentes colecciones de sub-transportadores de una señal OFDM, pero las configuraciones de la antena de transmisión seleccionada diferente tiene el mismo número m de antenas de transmisión, entonces el formato de reporte del CQI real de las diferentes colecciones de sub-transportadores puede ser el mismo. Sin embargo, la configuración diferente de la antena de transmisión seleccionada puede relacionarse con diferentes órdenes de antena o subconjuntos de antenas que comprendan diferentes antenas de transmisión, las cuales tendrán un impacto en los valores de CQI reales incluso cuando el formato de reporte del CQI pueda ser el mismo.

La Fig. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una representación de la presente invención. En un paso 500 el dispositivo de terminal móvil recibe una señal de un número de antenas de transmisión, señal que incluye un número de sub-transportadores. En un siguiente paso 501 un formato de reporte del CQI se determina para una colección de los sub-transportadores basándose en una configuración de la antena de transmisión seleccionada asociada con la colección de sub-

transportadores. El formato de reporte del CQI es como se menciona y ejemplifica arriba, adaptado a la configuración de la antena de transmisión seleccionada de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada. En un paso 502 el número P_{CQI} de los valores de CQI se determinan en relación con la colección de sub-transportadores en concordancia con el formato de reporte del CQI determinado. Los valores de CQI determinados se transmiten a una estación base en una señal de retroalimentación en un paso 503. Los pasos 502 y 503 pueden superponerse de forma tal que algunos valores de CQI se determinan y transmiten en un momento como se ilustra arriba en relación con las Figs. 2-6. La granularidad del formato de reporte del CQI puede, de acuerdo con diferentes modalidades de la invención, adaptarse tanto en tiempo y/o en frecuencia dependiendo del número de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

En una representación de ejemplo del método en la Fig. 7, el paso 501 implica adaptar la granularidad en frecuencia del formato de reporte del CQI dividiendo la colección de sub-transportadores en Q número de grupos de sub-transportadores no superpuestos. En el paso 502 un valor de CQI luego se determina por cada grupo sub-transportador para cada antena de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

El número de grupos de sub-transportadores no superpuestos Q puede, de acuerdo con otra representación de ejemplo de la presente invención, depender del número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada, de forma tal que el número P_{CQI} de los valores de CQI determinado en el paso 502 para las m antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada es substantivamente el mismo para las diferentes configuraciones de antena de transmisión seleccionadas que tengan diferente número de antenas de transmisión.

En otra representación de ejemplo del método en la Fig. 7 el formato de reporte del CQI se determina de forma tal que los Q grupos de sub-transportadores se dividen en T subconjuntos no superpuestos y de forma tal que el número P_{CQI} de los valores de

CQI determinado en el paso 502 se transmite en el paso 503 durante T periodos de tiempo. Esto se hace de forma tal que los valores de CQI relacionados con los grupos de sub-transportadores de un subconjunto se transmiten en el paso 503 en cada periodo de tiempo. Esto puede compararse con las modalidades de ejemplo ilustradas en las Figs. 2-4, en las cuales los grupos de sub-transportadores pueden verse como divididos en cinco subconjuntos con los valores de CQI de un subconjunto que está siendo reportado en cada periodo de tiempo.

Los grupos de sub-transportadores son preferiblemente divididos en subconjuntos de forma tal que el número de valores de CQI transmitidos en el paso 503 en cada periodo de tiempo es el mismo o substantivamente el mismo.

De acuerdo con diferentes modalidades de ejemplo de la presente invención, la configuración de la antena de transmisión seleccionada puede especificar un orden de decodificación de antena o un subconjunto de antenas como se mencionó anteriormente. La información que especifica la configuración de transmisión seleccionada, se transmite preferiblemente en el paso 503 junto con los valores de CQI determinados.

El receptor 405 en la Fig. 1 puede ser de diferentes tipos usando diferentes técnicas para la recepción y decodificación. La estación base 400 puede también usar muchas técnicas diferentes de transmisión. Debajo se describen dos diferentes ejemplos de las modalidades de la invención, en las cuales se usan diferentes técnicas de transmisión y recepción. En la primera modalidad de ejemplo el receptor 405 es un receptor SIC y la técnica de transmisión usada por la estación base 400 es S-PARC. En la segunda modalidad de ejemplo se usa modulación codificada interpolada en espacio, tiempo y frecuencia y el receptor 405 usa recepción MMSE (Estimación de Promedio Cuadrado Mínimo).

En la primera modalidad de ejemplo el orden de decodificación en el receptor SIC 405 afecta los valores de CQI 409 obtenidos durante el cálculo de CQI. Sin embargo, en las realizaciones del canal de que son de frecuencia selectiva, el orden óptimo de decodificación puede cambiar para los grupos de sub-transportadores para los que se calculan los valores de CQI. Una consideración adicional es que el receptor SIC decodifica un

flujo de señal, luego lo re-codifica para substraer su contribución a la señal recibida. Entonces, el orden de decodificación de la antena debería hacer juego con la longitud de la señal codificada.

- 5 En general es deseable que la estación base 400 conserve el control sobre la programación de usuarios y la asignación de dispositivos de la terminal móvil 401 a diferentes sub-transportadores 412 para la transmisión del enlace descendente. En esta primera modalidad de ejemplo, un valor de CQI 409 se
- 10 reporta para cada grupo sub-transportador 1, 2, 3 bajo la suposición que se elige un orden de decodificación entre los múltiples grupos de sub-transportadores 1, 2, 3. El orden de decodificación también puede reportarse en retorno a la estación base 400. Un enfoque para seleccionar el orden de decodificación
- 15 entre múltiples grupos de sub-transportadores 1, 2, 3 se basa en la propiedad del subconjunto descrita en la solicitud de patente de Estados Unidos 10841911 para la recepción SIC, y se describe abajo con referencia a un diagrama de flujo ilustrado en la Fig. 8.
- 20 Paso 600: En una colección de múltiples grupos de sub-transportadores, calcular las velocidades para cada grupo sub-transportador asumiendo que una sola antena de transmisión se usa para la transmisión en todos grupos de sub-transportadores de la colección. Hacer esto para cada una de las M antenas de
- 25 transmisión (en la Fig. 1 para las antenas 403-1, 403-2, 403-3 y 403-4).
- Paso 601: Para cada una de las M antenas de transmisión sumar las velocidades individuales para cada grupo de sub-transportador de la colección para obtener una velocidad total
- 30 asociada con esa antena.
- Paso 602: Indicar la antena con la mayor velocidad como la antena a usar con el esquema PARC1. Las velocidades individuales para la antena seleccionada se usan como valores de CQI 409 del grupo sub-transportador para esa antena.
- 35 Paso 603: Luego, estructurar los dos subconjuntos de antenas de forma tal que cada subconjunto de dos antenas contiene la antena seleccionada para la transmisión PARC1.

Paso 604: Por cada subconjunto de dos antenas, calcular las velocidades individuales y sumadas para la segunda antena de transmisión asumiendo que la antena asociada con la señal PARC1 también se usa para la transmisión PARC2.

- 5 Paso 605: Elegir el subconjunto de dos antenas con la mayor velocidad e indicar ese enfoque como esquema PARC2. Las velocidades individuales para la segunda antena se usan como los valores de CQI 409 del grupo sub-transportador para la segunda antena (combinados con los valores de CQI PARC1 previos).
- 10 Paso 606: Repetir los pasos 603, 604, y 605 para cualquiera de las antenas de transmisión restantes.

El orden de la decodificación para cada esquema de antenas de transmisión, junto con los valores de CQI 409 estimados del grupo sub-transportador para las diferentes antenas de transmisión en el esquema, se transmiten luego de retorno a la estación base 400. Al transmitir de retorno los valores de CQI 409 para cada grupo sub-transportador 1, 2, 3, hay una cuantificación diferente en frecuencia entre la especificación de los valores de CQI 409 y el orden de antena para el receptor SIC 405. Esto permite a la estación base 400 mantener el control en la asignación de usuarios y sus velocidades asociadas a las porciones menores de la banda de frecuencia que se especifica por el orden de decodificación del receptor SIC. El ordenamiento específico de las antenas usado arriba también permite a la estación base 400 elegir el número de antenas de transmisión usado para la transmisión, y surge naturalmente cuando se usa en combinación con la recepción SIC.

En la segunda modalidad de ejemplo, el receptor 405 se basa en una estimación de promedio cuadrado mínimo (MMSE) y no requiere un ordenamiento de las antenas de transmisión en su operación. Este receptor 405 detecta las señales provenientes de una antena de transmisión mientras cancela otras señales de antenas de transmisión. Esto puede usarse en conjunto con una transmisión S-PARC o una modulación selectiva codificada de bits interpolados en el espacio, tiempo y frecuencia. Aquí, el último enfoque que se considera en el cual un flujo de datos codificados se transmite es multiplexado en antenas de transmisión así como en tiempo y frecuencia. Lo que se requiere,

sin embargo, es conocer el subconjunto de antenas asumido para la transmisión de forma que los valores de CQI 409 puedan calcularse bajo las mismas condiciones. Así entonces, en esta segunda modalidad de ejemplo, en vez de calcular un orden de decodificación entre múltiples grupos de sub-transportadores de sub-transportadores y transmitir eso en retorno a la estación base 400, la configuración de la antena de transmisión seleccionada se obtiene determinando un subconjunto de antenas en múltiples grupos sub-transportadores de sub-transportadores. El subconjunto de antenas y los correspondientes valores de CQI 409 se transmiten a la estación base 400 en una manera similar a la usada en la primera representación de ejemplo.

En las anteriormente descritas, primera y segunda modalidades de ejemplo y en otros en otras modalidades, los valores de CQI 409 y el orden de antena (o subconjunto de antenas) deben transmitirse confiablemente desde el terminal móvil 401 a la estación base 400, lo que se conoce aquí como información de configuración de la antena de transmisión. Típicamente, esta información se decodifica de forma que algún criterio específico de desempeño se cumpla.

Considere, por ejemplo, el sistema 420 en la Fig. 1 y asuma que N es el número de bits en cada valor de CQI 409 reportado, L es el número de bits para especificar el orden de antena o subconjunto, m es el número de antenas de transmisión en la configuración de antena seleccionada, y q es el número de grupos de sub-transportadores 1, 2, 3 para los cuales se reportan los valores de CQI 409 en cualquier período de tiempo. El número de bits usado para reportar los valores de CQI en cada período de tiempo es entonces $qmN = 32$ bits, asumiendo que $N=4$ bits se usan para especificar cada valor de CQI 409 del grupo sub-transportador. Dependiendo de cuantos sub-transportadores son parte de cada grupo de sub-transportador, se requiere un número diferente de períodos de tiempo T para hacer un reporte del CQI completo para toda la señal OFDM, lo cual constituye todos los sub-transportadores. Si la señal OFDM se divide en regiones contiguas donde cada una comprende una colección de sub-transportadores y un orden de antena o un subconjunto de antenas se selecciona para cada colección (asumiendo aquí que m es el mismo para cada colección), entonces $5qmN + 5L = 180$ bits se requieren para reportar los valores de CQI 409 y el orden de

antenas para toda la banda de frecuencia de la señal OFDM en cinco periodos de tiempo, resultando en 36 bits por periodo de tiempo para cada retroalimentación CQI.

Es atractivo si el número de bits de retroalimentación puede reducirse adicionalmente sin impactar severamente el desempeño del CQI. De acuerdo con una modalidad de la invención esto se logra puncionando algunos bits que representan los valores de CQI 409 para reducir los datos básicos transmitidos que se requirieron en la señal de retroalimentación 408. Sin embargo, si esta punción es aleatoria, entonces se pueden afectar los bits más significativos de los bits que representan a los valores de CQI del grupo sub-transportador y esto puede degradar el desempeño del CQI. Alternativamente, de acuerdo con una modalidad preferida de la invención, los bits menos significativos (LSB) de los bits que representan los valores de CQI 409 son remplazados con los bits que representan el orden de antena (o subconjunto de antenas). En el anterior, la velocidad de retroalimentación del CQI de 36 bits por periodo de tiempo podría reducirse a 32 bits. Por supuesto, la granularidad del CQI de los valores de CQI 409 puncionados se compensa con la velocidad reducida.

No todos los grupos de sub-transportadores 1, 2, 3 tendrán el reemplazo de los LSBs de sus valores de CQI 409. Así entonces, debe haber algún mecanismo para elegir los grupos de sub-transportadores 1, 2, 3 que tendrán esos LSBs puncionados. Una opción es elegir un conjunto fijo de valores de CQI 409 y puncionar sus correspondientes LSBs. Sin embargo, esto puede reducir el desempeño del CQI disparejamente entre los diferentes grupos de sub-transportadores 1, 2, 3. Alternativamente, los grupos de sub-transportadores 1, 2, 3 pueden ser elegidos en un patrón (pseudo-) aleatorio, y los LSBs de los correspondientes valores de CQI 409 pueden ser puncionados de forma que cada grupo de sub-transportador se afecte de manera más pareja.

Será aparente para la persona versada en la materia, a partir de la descripción anterior, que la implementación de la presente invención requerirá de alguna adaptación de las terminales móviles y estaciones base. La opción natural es implementar la presente invención suministrándole al dispositivo de terminal móvil un nuevo software, aunque también son posibles las

implementaciones de firmware, hardware o combinaciones de las mismas. La unidad de procesamiento 406 en el dispositivo de terminal móvil 401 tendrá, por ejemplo, que ser adaptado de forma que la unidad de procesamiento pueda determinar el formato de reporte del CQI basándose en la configuración de la antena de transmisión seleccionada y para determinar el número P_{CQI} de los valores de CQI. Esta adaptación de la unidad de procesamiento por lo general implicará un nuevo software de la unidad de procesamiento en comparación con una unidad de procesamiento del terminal móvil de acuerdo con la técnica previa. A parte de las adaptaciones en el dispositivo de terminal móvil, se requiere alguna adaptación de la unidad de procesamiento 402 en la estación base 400. La unidad de procesamiento 402 en la estación base 400 tendrá, por ejemplo, que adaptarse para que la unidad de procesamiento pueda interpretar la señal de retroalimentación 408 correctamente, es decir, extraer e interpretar los valores de CQI y transmitir correctamente la información de configuración de la antena.

Una ventaja de las modalidades de la presente invención es que el ancho de banda requerido para el reporte del CQI puede equilibrarse para técnicas de transmisión que impliquen múltiples antenas de transmisión.

Otra ventaja de las modalidades de la presente invención es que es aplicable a varios tipos de sistemas. Dichos sistemas incluyen sistemas OFDM como LTE, WiMax y los sistemas 4G que actualmente se estudian.

Una ventaja adicional de las modalidades preferidas de la presente invención es que es muy fácil de implementar y no requiere de modificación considerable de los equipos de terminales móviles y estaciones bases existentes.

Incluso otra ventaja de las modalidades preferidas de la presente invención es que el formato de reporte del CQI puede personalizarse para múltiples equipos de terminales móviles, permitiendo que se seleccionen diferentes configuraciones de antena para cada dispositivo de terminal móvil.

Incluso otra ventaja de las modalidades preferidas de la presente invención es que la punción de los bits menos

significativos y el remplazo con una configuración de la antena o información de orden de decodificación, reduce la velocidad de retroalimentación del CQI y permite una mejor velocidad de codificación para proteger esta información durante la transmisión del dispositivo de terminal móvil a la estación base.

La presente invención se ha descrito previamente mediante la descripción de las modalidades de la invención. Sin embargo existen muchas modificaciones que son posibles como podrá inducir la persona versada en la materia.

A partir de la descripción anterior, la persona versada en la materia se dará cuenta qué modificaciones de software, firmware y/o hardware son necesarias y/o adecuadas para implementar las diferentes modalidades descritas de la presente invención.

En las figuras y la descripción, se han divulgado las modalidades típicas preferidas y, aunque se emplean términos específicos, se usan en un sentido genérico y descriptivo únicamente, y no con el propósito de limitar el alcance de la invención establecido en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de terminal móvil (401) para el uso en un sistema de comunicaciones inalámbricas (420), que comprende:
 - un receptor (405) para recibir una señal (404) de M número de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4), señal que incluye un número de sub-transportadores (412);
 - una unidad de procesamiento (406) para determinar un indicador de calidad de canal, CQI, que reporta un formato para una colección de dichos sub-transportadores, basándose en una configuración de la antena de transmisión seleccionada asociada con dicha colección de sub-transportadores y para determinar el número P_{CQI} de valores de CQI (409) relacionados con dicha colección de sub-transportadores, en concordancia con un formato de reporte del CQI determinado, en el cual la unidad de procesamiento se prepara para adaptar el formato de reporte del CQI a la configuración de la antena de transmisión seleccionada, de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada; y
 - un transmisor (407) para transmitir dicho P_{CQI} de valores de CQI a una estación base (400) en una señal de retroalimentación (408).
2. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 1, en el cual dicha colección de sub-transportadores (401) se divide en Q número de grupos de sub-transportadores no superpuestos (1, 2, 3) de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI y, en el cual dicha unidad de procesamiento se configura para determinar un valor de CQI (409) por grupo de sub-transportadores para cada antena de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4) de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.
3. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 1 ó 2, en el cual la unidad de procesamiento (406) se configura para adaptar la granularidad en frecuencia del reporte del CQI al número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

4. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 2, en el cual el número de grupos de sub-transportadores Q se basa en el número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada de forma tal que el número P_{CQI} de los valores de CQI (409) determinado para las m antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada es substantivamente el mismo para diferentes configuraciones de antena de transmisión seleccionadas que tienen diferente número de antenas de transmisión.
5. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 2 ó 4, en el cual dichos grupos de sub-transportadores Q se dividen en T subconjuntos no superpuestos de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI y en el cual el transmisor (407) se configura para transmitir dicho P_{CQI} de valores de CQI (409) durante T períodos de tiempo, de forma tal que los valores de CQI relacionados con los grupos de sub-transportadores de un subconjunto se transmiten en cada período de tiempo.
6. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 5, en el cual el número de subconjuntos de grupos de sub-transportadores T y el número de grupos de sub-transportadores Q se adaptan al número de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4) de la configuración de la antena de transmisión seleccionada, de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI de forma tal que el número de valores de CQI (409) transmitido en cada período de tiempo es substantivamente el mismo.
7. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 6, en el cual el número de subconjuntos de grupos de sub-transportadores T y los tamaños de los grupos de sub-transportadores se adaptan además al número de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4) de la configuración de la antena de transmisión seleccionada de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI, de forma tal que el número de valores de CQI (409) transmitidos en cada período de tiempo es substantivamente el mismo para diferentes configuraciones de antena seleccionadas que comprenden un número diferente de antenas de transmisión.

8. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 1 ó 2, en el cual la unidad de procesamiento (406) se configura para adaptar la granularidad en tiempo del reporte del CQI al número de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.
9. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 8, en el cual el transmisor (407) se configura para transmitir dicho P_{CQI} número de valores de CQI durante T número de períodos de tiempo y en el cual T depende del número de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.
10. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el cual dicha unidad de procesamiento (406) se configura además para seleccionar dicha configuración de antena seleccionada y para establecer la información de configuración de la antena (411) a transmitirse a dicha estación base (400) en dicha señal de retroalimentación (408), cuya información de la configuración de la antena describe dicha configuración de antena seleccionada.
11. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 10, en el cual dicha información de configuración de la antena (411) especifica un subconjunto de antenas de transmisión asociado con cada sub-transportador (412) de dicha colección de sub-transportadores.
12. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 11, en el cual dicha configuración de la antena de transmisión seleccionada es un subconjunto de m antenas de transmisión fuera de dicho número M de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4), en el cual $m \leq M$.
13. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 10, en el cual dicha información de configuración de la antena (411) especifica un orden de decodificación de la antena de transmisión asociado con cada sub-transportador (412) de dicha colección de sub-transportadores.
14. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a la reivindicación 13, en el cual dicha configuración de la antena de transmisión seleccionada incluye la totalidad de dichos

números M de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4) de forma tal que $m=M$ y especifica un orden de decodificación para dicho número M de antenas de transmisión.

15. El dispositivo de terminal móvil (401) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 10-14, en el cual dicho transmisor (407) se configura para transmitir dicha información de configuración de la antena (411) en dicha señal de retroalimentación (408) mediante punción de los bits menos significativos de dichos valores de CQI (409) en un patrón fijo o aleatorio.

16. Un método en un dispositivo de terminal móvil (401) que comprende:

recibir (500) una señal a partir del número M de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4), cuya señal incluye un número de sub-transportadores (412);

determinar un indicador de calidad de canal (501), CQI, que reporta el formato para una colección de dichos sub-transportadores basándose en una configuración de la antena de transmisión seleccionada asociada con dicha colección de sub-transportadores, en el cual dicho formato de reporte del CQI se adapta a la configuración de la antena de transmisión seleccionada de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada;

determinar el número P_{CQI} (502) de los valores de CQI (409) relacionado con dicha colección de sub-transportadores en concordancia con el formato de reporte del CQI determinado; y

transmitir dicho P_{CQI} (503) de los valores de CQI a una estación base (400) en una señal de retroalimentación (408).

17. El método de acuerdo a la reivindicación 16, en el cual dicha colección de sub-transportadores se divide en Q número de grupos de sub-transportadores no superpuestos (1, 2, 3) de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI y en el cual se determina un valor de CQI (409) por grupo de sub-transportador para cada antena de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

18. El método de acuerdo a la reivindicación 16 ó 17, en el cual la granularidad en frecuencia del reporte del CQI se adapta al número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.
- 5 19. El método de acuerdo a la reivindicación 17, en el cual el número de grupos de sub-transportadores Q se basa en el número m de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada de forma tal que el número P_{CQI} de los valores de CQI (409) determinado para las m antenas de
10 transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada es substantivamente el mismo para diferentes configuraciones de antena de transmisión seleccionadas que tengan un número diferente de antenas de transmisión.
20. El método de acuerdo a la reivindicación 17 ó 19, en el cual
15 dichos grupos de sub-transportadores Q se dividen en T subconjuntos no superpuestos de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI y en el cual dicho P_{CQI} de los valores de CQI (409) se transmite durante T períodos de tiempo, de forma tal que los valores de CQI relacionados con los grupos de sub-
20 transportadores de un subconjunto se transmiten en cada período de tiempo.
21. El método de acuerdo a la reivindicación 20, en el cual el número de subconjuntos de grupos de sub-transportadores T y el número de grupos de sub-transportadores Q se adaptan al número
25 de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI de forma tal que el número de valores de CQI transmitidos en cada período de tiempo es substantivamente el mismo.
- 30 22. El método de acuerdo a la reivindicación 21, en el cual el número de subconjuntos de grupos de sub-transportadores T y los tamaños de los grupos de sub-transportadores (1, 2, 3) se adaptan además al número de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada de
35 acuerdo con dicho formato de reporte del CQI de forma tal que el número de valores de CQI transmitidos en cada período de tiempo es substantivamente el mismo para diferentes configuraciones de

antena seleccionadas que comprenden un número diferente de antenas de transmisión.

23. El método de acuerdo a la reivindicación 16 ó 17, en el cual la granularidad en tiempo del reporte del CQI se adapta al
5 número de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

24. El método de acuerdo a la reivindicación 23, en el cual dicho número P_{CQI} de los valores de CQI se transmite durante T número de períodos de tiempo y en el cual T depende del número
10 de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

25. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 16-25, que además comprende seleccionar dicha configuración de la antena de transmisión seleccionada, estableciendo la
15 información de configuración de la antena (411), cuya información de configuración de la antena describe dicha configuración de antena seleccionada, y transmitir dicha información de configuración de la antena a dicha estación base en dicha señal de retroalimentación (408).

20 26. El método de acuerdo a la reivindicación 25, en el cual dicha información de configuración de la antena especifica un subconjunto de antenas de transmisión asociado con cada sub-transportador (412) de dicha colección de sub-transportadores.

27. El método de acuerdo a la reivindicación 26, en el cual
25 dicha configuración de la antena de transmisión seleccionada es un subconjunto de antenas de transmisión m fuera de dicho número M de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4), en el cual $m \leq M$.

28. El método de acuerdo a la reivindicación 25, en el cual
30 dicha información de configuración de la antena (411) especifica un orden de decodificación de la antena de transmisión asociado con cada sub-transportador de dicha colección de sub-transportadores.

29. El método de acuerdo a la reivindicación 28, en el cual
35 dicha configuración de la antena de transmisión seleccionada incluye la totalidad de dichos números M de antenas de

transmisión (403-1, 403- 2, 403-3, 403-4) de forma tal que $m=M$ y especifica un orden de decodificación para dicho número M de antenas de transmisión.

30. El método de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 5 25-29, en el cual dicha información de configuración de la antena se transmite en dicha señal de retroalimentación (408) mediante punción de los bits menos significativos de dichos valores de CQI (409) en un patrón fijo o aleatorio.

31. Una estación base (400) para el uso en un sistema de 10 comunicaciones inalámbricas (420), que comprende:

un transmisor (410) para transmitir una señal (404) que incluye un número de sub-transportadores (412) de número M de antenas de transmisión (403-1, 403-2, 403-3, 403-4);

un receptor (421) para recibir una señal de retroalimentación 15 (408) a partir de un dispositivo de terminal móvil (401);

una unidad de procesamiento (402) para procesar dicha señal de retroalimentación para extraer el número P_{CQI} de los valores de CQI (409) relacionados con la recolección de dichos sub-transportadores y para extraer información de la configuración 20 de la antena (411) especificando una configuración de la antena de transmisión seleccionada, cuyos valores de CQI están en concordancia con un formato de reporte del CQI que depende de la configuración de la antena de transmisión seleccionada de forma tal que la granularidad del reporte del CQI depende del número 25 de antenas de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

32. La estación base (400) de acuerdo a la reivindicación 31, en la cual dicha colección de sub-transportadores se dividen en Q número de grupos de sub-transportadores no superpuestos (1, 2, 30 3) de acuerdo con dicho formato de reporte del CQI y en el cual cada uno de dichos valores de CQI (409) se asocia con uno de dichos grupos de sub-transportadores y una de las antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

33. La estación base (400) de acuerdo a la reivindicación 31 ó 32, en la cual la granularidad en frecuencia de dicho formato de 35

reporte del CQI se adapta al número m de antenas de transmisión de dicha configuración de la antena de transmisión seleccionada.

34. La estación base (400) de acuerdo a la reivindicación 32, en la cual dichos grupos Q de sub-transportadores se dividen en T subconjuntos no superpuestos de acuerdo con dicho formato de
 5 reporte del CQI y en el cual el receptor (421) se configura para recibir dicho número de P_{CQI} de los valores de CQI (409) durante periodos de tiempo T , de forma tal que los valores de CQI relacionados con los grupos de sub-transportadores de un
 10 subconjunto se reciben en cada periodo de tiempo.

35. La estación base (400) de acuerdo a la reivindicación 31 ó 32, en la cual la granularidad en tiempo de dicho formato de reporte del CQI se adapta al número de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

15 36. La estación base (400) de acuerdo a la reivindicación 35, en la cual el receptor (421) se configura para recibir dicho número P_{CQI} de los valores de CQI durante T número de periodos de tiempo y en el cual T depende del número de antenas de transmisión de la configuración de la antena de transmisión seleccionada.

20 37. La estación base (400) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 31-36, en la cual dicha información de configuración de la antena (411) especifica un subconjunto de antenas de transmisión asociado con cada sub-transportador (412) de dicha colección de sub-transportadores.

25 38. La estación base (400) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 31-36, en la cual dicha información de configuración de la antena (411) especifica un orden de decodificación de la antena de transmisión asociado con cada sub-transportador (412) de dicho número de sub-transportadores.

30 39. La estación base (400) de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 31-36, en la cual dicha unidad de procesamiento (402) se configura para extraer dicha información de configuración de la antena (411) de entre los bits menos significativos de dichos valores de CQI (409) que han sido
 35 punctionados en un patrón fijo o aleatorio para llevar dicha información de configuración de la antena.