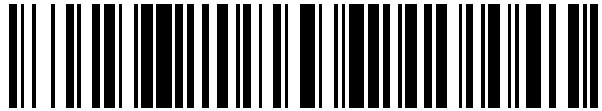


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 983**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2011 E 11715312 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2638756**

54 Título: **Método y disposición para comunicar la información del estado de canal en un sistema de telecomunicaciones**

30 Prioridad:

09.11.2010 US 411693 P

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

16.06.2015

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON
(PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**LINDBOM, LARS;
JÖNGREN, GEORGE y
PARKVALL, STEFAN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 537 983 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y disposición para comunicar la información del estado de canal en un sistema de telecomunicaciones

Campo técnico

- 5 Las realizaciones de la presente memoria versan sobre un método y una disposición en un equipo de usuario y sobre un método y una disposición en una estación base. En particular, versa sobre la comunicación de la información de estado de canal.

Antecedentes

- 10 También se conocen dispositivos de comunicaciones, tales como las estaciones móviles, por ejemplo terminales móviles, terminales inalámbricos y/o equipos de usuario (UE). Las estaciones móviles están habilitadas para comunicarse inalámbricamente en una red celular de comunicaciones o un sistema inalámbrico de comunicaciones, a veces denominado también sistema celular de radio. La comunicación puede realizarse, por ejemplo, entre dos estaciones móviles, entre una estación móvil y un teléfono regular y/o entre una estación móvil y un servidor a través de una red de acceso de radio (RAN) y posiblemente una o más redes centrales, comprendidos dentro de la red celular de comunicaciones.

- 15 Las estaciones móviles también pueden ser denominadas equipos de usuario, terminales, teléfonos móviles, teléfonos celulares u ordenadores portátiles con capacidad inalámbrica, por mencionar solo algunos ejemplos adicionales. Las estaciones móviles en el presente contexto pueden ser, por ejemplo, dispositivos móviles portátiles, de bolsillo, de mano, comprendidos en un ordenador o montados en un vehículo, habilitados para comunicar voz y/o datos, a través de la red de acceso de radio, con otra entidad, tal como otra estación móvil o un servidor.

- 20 La red celular de comunicaciones cubre una zona geográfica que está dividida en zonas celulares, estando servida cada zona celular por una estación base, por ejemplo una estación base de radio (RBS), que a veces puede ser denominada, por ejemplo, eNB, eNodoB, NodoB, nodo B o BTS (estación transceptora base), dependiendo de la tecnología y la terminología usadas. Las estaciones base pueden ser de diferentes clases, tales como, por ejemplo, macro eNodoB, eNodoB local o picoestación base, en función de la potencia de transmisión y, por ello, también del tamaño de la célula. Una célula es la zona geográfica en la que la estación base proporciona cobertura de radio en un sitio de estación base. Una estación base, situada en el sitio de la estación base, puede servir a una o varias células. Además, cada estación base puede soportar una o varias tecnologías de comunicación. Las estaciones base se comunican por la interfaz aérea operando por frecuencias de radio con las estaciones móviles que están dentro del alcance de las estaciones base.

- 30 En algunas redes de acceso de radio, varias estaciones base pueden estar conectadas, por ejemplo mediante líneas terrestres o microondas, con un controlador de red de radio (RNC) en el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), y/o entre sí.

En la evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de 3ª Generación (3GPP), las estaciones base, que pueden ser denominadas eNodoB o incluso eNB, pueden ser directamente conectadas a una o más redes centrales.

- 35 El UMTS es un sistema de comunicaciones móviles de tercera generación que evolucionó del GSM y que está previsto para proporcionar servicios mejorados de comunicación móvil basados en la tecnología de acceso múltiple de banda ancha por división de código (WCDMA). La red de acceso de radio terrestre UMTS (UTRAN) es esencialmente una red de acceso de radio que usa el acceso múltiple de banda ancha por división de código para estaciones móviles. El proyecto 3GPP se ha ocupado de hacer evolucionar las tecnologías de redes de acceso de radio basadas en UTRAN y GSM. La evolución de UTRAN es denominada comúnmente UTRAN evolucionada (E-UTRAN) o LTE.

- 40 En el contexto de esta divulgación, se usa la expresión enlace descendente (DL) para la propagación de la transmisión de la estación base a la estación móvil. Se usa la expresión enlace ascendente (UL) para la propagación de la transmisión en la dirección opuesta, es decir, de la estación móvil a la estación base.

- 45 El mejor soporte de operaciones en redes heterogéneas forma parte de las mejoras en curso de la especificación de LTE de la versión 10 de LTE de 3GPP. En las redes heterogéneas se despliega una mezcla de células con zonas de cobertura de diferentes tamaños y solapadas. Un ejemplo de tales despliegues es cuando se despliegan picocélulas en la zona de cobertura de una macrocélula. Una picocélula es una estación base celular pequeña que normalmente cubre una zona pequeña. Así, la estación base celular pequeña transmite con baja potencia. En consecuencia, se puede denominar a la estación base celular pequeña nodo de baja potencia. Otros ejemplos de nodos de baja potencia en redes heterogéneas son las estaciones base locales y los retransmisores. Según se expondrá en lo que sigue, la gran diferencia en la potencia de salida, por ejemplo 46 dBm en macrocélulas y menos de 30 dBm en picocélulas, da como resultado una situación diferente de interferencias de la que se ve en redes en las que todas las estaciones base tienen la misma potencia de salida.

El propósito del despliegue de nodos de baja potencia tales como las picoestaciones base dentro de la macrozona de cobertura es mejorar la capacidad del sistema por medio de las ganancias de la subdivisión de células, así como proporcionar a los usuarios la experiencia de una zona amplia de acceso de datos a velocidad muy alta a través de la red. Los despliegues heterogéneos son en particular eficaces para cubrir puntos críticos de tráfico, es decir, zonas geográficas pequeñas con densidades elevadas de usuarios servidas, por ejemplo, por picocélulas, y representan un despliegue alternativo a macrorredes más densas.

La **Figura 1** representa un ejemplo de despliegue de macro y picocélulas en una **red heterogénea 100** que comprende una **macrocélula 110** y tres **picocélulas 120**. El medio más básico de operar una red heterogénea es aplicar una separación de frecuencias entre las diferentes capas, es decir, entre la macrocélula 110 y las picocélulas 120 en la red heterogénea 100 de la Figura 1. La separación de frecuencias entre las diferentes capas se obtiene permitiendo que las diferentes capas operen en diferentes frecuencias portadoras no solapadas. De esta manera se evita cualquier interferencia entre las capas. Sin ninguna interferencia de la macrocélula hacia las picocélulas 120 de la Figura 1, se logran ganancias de la subdivisión de células cuando todos los recursos pueden ser usados simultáneamente por las picocélulas. El inconveniente de operar capas en frecuencias portadoras diferentes es que puede llevar a la ineficacia en la utilización de recursos. Por ejemplo, con actividades bajas en las picocélulas 120, puede ser más eficaz usar todas las frecuencias portadoras en la macrocélula 110 y luego, básicamente, desconectar las picocélulas 120. Sin embargo, la subdivisión de frecuencias portadoras entre capas normalmente se lleva a cabo de manera estática.

Otro medio relacionado de operación de una red heterogénea es compartir recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras coordinando las transmisiones en las macro y las picocélulas. Este tipo de coordinación se denomina coordinación de interferencia intercelular (ICIC), en la que se asignan ciertos recursos de radio para las macrocélulas durante algún periodo de tiempo, mientras que las picocélulas pueden acceder a los restantes recursos sin interferencia de la macrocélula. Dependiendo de las situaciones de tráfico entre las capas, esta subdivisión de recursos puede cambiar con el tiempo para acomodar diferentes demandas de tráfico. A diferencia de la subdivisión anteriormente mencionada de las frecuencias portadoras, esta forma de compartición de los recursos de radio entre capas puede hacerse más o menos dinámica, dependiendo de la implementación de la interfaz entre nodos en la red heterogénea. En LTE, se ha especificado una interfaz X2 para intercambiar diferentes tipos de información entre nodos de la estación base. Un ejemplo de tal intercambio de información es que una estación base puede informar a otras estaciones base de que reducirá su potencia de transmisión en ciertos recursos.

Se requiere la sincronización temporal entre nodos de la estación base para garantizar que la ICIC entre capas funcionará eficazmente en redes heterogéneas. Esto es de importancia, en particular, para sistemas ICIC basados en el dominio temporal en los que los recursos son compartidos en el tiempo en la misma portadora.

La LTE usa multiplexado por división ortogonal de frecuencia (OFDM) en el enlace descendente y OFDM disperso por transformada discreta de Fourier (DFT-SOFDM) en el enlace ascendente. En las transmisiones de OFDM, se transmite un conjunto de símbolos modulados en subportadoras de banda estrecha y ortogonales, definiendo el número de subportadoras el ancho de banda de transmisión de la señal de OFDM. En el DFT-SOFDM, el conjunto de símbolos modulados, en primer lugar, es precodificado antes de generar la señal de OFDM, buscando la precodificación proporcionar características de potencia de la señal de OFDM adecuadas para terminales con potencia de transmisión limitada. Así, un recurso físico básico de LTE puede interpretarse como un cuadrulado de tiempo-frecuencia como se ilustra en la Figura 2, en el que cada elemento de recursos corresponde a una subportadora durante un intervalo de símbolos de OFDM. Parte del intervalo de símbolos de OFDM es un prefijo cíclico introducido para mitigar la interferencia entre símbolos. La LTE soporta dos longitudes de prefijo cíclico, comúnmente denominadas prefijo cíclico normal y extendido, respectivamente.

En el dominio temporal, las transmisiones de enlace descendente de LTE se organizan en tramas de radio de 10 ms, comprendiendo cada trama de radio diez subtramas de 1 ms de igual tamaño. Una subtrama se divide en dos ranuras, cada una de una duración temporal de 0,5 ms. Cada ranura comprende 6 o 7 símbolos de OFDM, dependiendo de la longitud seleccionada del prefijo cíclico.

Se describe la asignación de recursos en LTE en términos de bloques de recursos, correspondiendo a un bloque de recursos a una ranura en el dominio temporal y a 12 subportadoras contiguas de 15 kHz en el dominio frecuencial. Dos bloques de recursos consecutivos en el tiempo representan un par de bloques de recursos y corresponden al intervalo de tiempo en el que opera la planificación.

Las transmisiones en LTE son planificadas dinámicamente en cada subtrama, transmitiendo la estación base asignaciones y/o autorizaciones a ciertos equipos de usuario mediante el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH). Los PDCCH son transmitidos en el o los primeros símbolos de OFDM en cada subtrama y abarcan todo el ancho de banda del sistema. Un equipo de usuario que tenga información de control de enlace descendente decodificada, transportada por un PDCCH, sabe qué elementos de recursos de la subtrama contienen datos destinados al equipo de usuario. En LTE, los datos son transportados por el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH).

La demodulación de los datos enviados requiere una estimación del canal de radio que es realizada usando los símbolos de referencia transmitidos, es decir, símbolos conocidos por el receptor. En LTE, se transmiten símbolos de referencia específicos a la célula en todas las subtramas de enlace descendente y, además, para contribuir a la estimación de canales de enlace descendente, también son usados para mediciones de la movilidad llevadas a cabo por los equipos de usuario. La LTE también soporta símbolos de referencia específicos al equipo de usuario concebidos únicamente para contribuir a la estimación del canal con fines de demodulación.

La longitud de la región de control, que puede variar de subtrama en subtrama, es transmitida en un canal físico indicador de formato de control (PCFICH). El PCFICH es transmitido dentro de la región de control, en ubicaciones conocidas por los equipos de usuario. Una vez que un equipo de usuario ha decodificado el PCFICH, conoce el tamaño de la región de control y en qué símbolo de OFDM comienza la transmisión de datos.

En la región de control también se transmite el canal físico indicador de ARQ híbrida. Este canal lleva respuestas de acuse de recibo/acuse de recibo negativo (ACK/NACK) a un equipo de usuario para informar de si la estación base decodificó con éxito o no la transmisión de datos de enlace ascendente de una subtrama anterior.

Antes de que un equipo de usuario de LTE pueda comunicarse con una red LTE, primero tiene que encontrar y adquirir la sincronización con una célula dentro de la red, es decir, realizando una búsqueda de células. Luego tiene que recibir y decodificar la información del sistema necesaria para comunicarse con la célula y operar debidamente dentro de ella, y, por último, acceder a la célula por medio de lo que se denomina procedimiento de acceso aleatorio.

La **Figura 3** representa la cobertura de enlace ascendente y de enlace descendente en un escenario de células mixtas. Para soportar la movilidad, un equipo de usuario precisa continuamente buscar tanto a su célula servidora/de acampada como a células colindantes, sincronizarse con ellas y estimar la calidad de recepción de las mismas. A continuación, se evalúa la calidad de recepción de las células colindantes en relación con la calidad de recepción de la célula actual para concluir si habría que efectuar un traspaso para los equipos de usuario en el modo conectado, o una reelección de célula para los equipos de usuario en el modo inactivo. El procedimiento para cambiar de célula depende de en cuál de los dos estados de control de recursos de radio (RRC) está un equipo de usuario: el modo conectado o el modo inactivo. En el modo inactivo, la movilidad es controlada por el equipo de usuario, refiriéndose a la reelección de célula, mientras que en el modo conectado la movilidad es controlada por la red, refiriéndose a un traspaso. Para los equipos de usuario en el modo conectado, la decisión de traspaso la toma la red en función de informes de mediciones proporcionados por el equipo de usuario. Ejemplos de tales informes son la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) y la calidad recibida de la señal de referencia (RSRQ). Dependiendo de cómo se usan estas mediciones, posiblemente complementado por un desfase configurable, el equipo de usuario puede conectarse con la célula con la potencia recibida más fuerte, o con la célula con la mejor ganancia de propagación, o con una combinación de las dos. Estas no dan como resultado la misma célula seleccionada, ya que las potencias de salida de estaciones base de células de diferente tipo son diferentes. Esto es denominado a veces desequilibrio de enlace. Por ejemplo, la potencia de salida de una picoestación base o un retransmisor es del orden de 30 dBm o menos, mientras que una macroestación base puede tener una potencia de salida de 46 dBm. En consecuencia, incluso en la proximidad de la picocélula, la intensidad de la señal de enlace descendente de la macrocélula puede ser mayor que la de la picocélula. Desde una perspectiva del enlace descendente, es mejor seleccionar la célula en función de la potencia de enlace descendente recibida, mientras que, desde una perspectiva del enlace ascendente, sería mejor seleccionar la célula en función de la pérdida de propagación. En la Figura 3 se ilustran los enfoques de selección de células.

Por ende, en el escenario anterior, sería mejor, desde una perspectiva del sistema, conectarse a la picocélula aunque el macroenlace descendente sea mucho más potente que el enlace descendente de la picocélula. Sin embargo, se necesitaría la ICIC entre capas cuando un **equipo 300 de usuario** operara dentro de la zona del borde UL y el borde DL, es decir, la **zona 310 de desequilibrio de enlace** representada en la Figura 3.

La estación base puede solicitar a un equipo de usuario en el modo conectado que comunique información de estado de canal (CSI), por ejemplo comunicando un indicador de rango (RI) adecuado, uno o más índices de matriz de precodificación (PMI) y un indicador de calidad de canal (CQI). Un informe de CQI refleja la calidad de radio instantánea en una cierta subtrama de enlace descendente observada por el equipo de usuario, mientras que los informes de RI y PMI proporcionan a la red sugerencias del equipo de usuario de configuraciones de parámetros para transmisiones de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO). También son concebibles otros tipos de CSI, incluyendo información de retorno de canal e información de retorno de covarianza de interferencia.

El documento US 2009/0257390 A1 describe diversas técnicas para permitir que una célula de red en un sistema inalámbrico de comunicaciones (por ejemplo, una macrocélula) mitigue los efectos de la interferencia en otras células circundantes de la red (por ejemplo, femtocélulas integradas dentro de la cobertura de la macrocélula). En un ejemplo, se utilizan técnicas en el caso de redes síncronas para coordinar las transmisiones de DL entre estaciones base no restringidas (por ejemplo, una macrocélula) y restringidas (por ejemplo, femtocélulas) configurando subtramas de baja potencia en las estaciones base restringidas. En un ejemplo, los eNB no restringidos pueden crear subtramas de baja potencia enviando señales con muy baja potencia. Las mediciones de CQI pueden limitarse a un subconjunto de subtramas de DL. Se puede planificar que los UE que son servidos por eNB no restringidos y

estén cerca de un eNB restringido midan subtramas que correspondan a subtramas de baja potencia en los eNB restringidos.

5 El documento US 2010/0202311 A1 describe un enfoque para optimizar el sistema de sincronización para la comunicación del estado de canal. Una plataforma determina un valor de desfase para cada uno de varios equipos de usuario. El valor de desfase está relacionado con la sincronización entre un punto de medición del estado de canal y un correspondiente punto para la comunicación de la medición del estado de canal.

Compendio

Es un objeto de las realizaciones de la presente memoria mejorar el mecanismo de comunicación de la CSI.

10 Según un primer aspecto de las realizaciones de la presente memoria, el objeto se logra por medio de un método en un equipo de usuario para comunicar información de estado de canal, CSI. El equipo de usuario está en conexión con una estación base en una red celular de comunicaciones. El equipo de usuario recibe de la estación base una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI. A continuación, el equipo de usuario determina el tipo de subtrama de una subtrama $n+p$. El equipo de usuario comunica entonces la CSI a la estación base. La CSI refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, siendo p un valor variable.

15 Según un segundo aspecto de las realizaciones de la presente memoria, el objeto se logra por medio de un método en una estación base para obtener la CSI de un equipo de usuario, estación base que está comprendida en una red celular de comunicaciones. La estación base proporciona al equipo de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI. A continuación, la estación base recibe del equipo de usuario la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, siendo p un valor variable.

20 Según un tercer aspecto de las realizaciones de la presente memoria, el objeto se logra por medio de una disposición en un equipo de usuario adaptada para comunicarse con una estación base en una red celular de comunicaciones. El equipo de usuario es capaz de comunicar la CSI a dicha estación base. La disposición comprende circuitería procesadora configurada para recibir de la estación base una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI; y para determinar el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$. La circuitería procesadora está configurada, además, para comunicar a la estación base la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, siendo p un valor variable.

25 Según un cuarto aspecto de las realizaciones de la presente memoria, el objeto se logra por medio de una disposición en una estación base capaz de obtener la CSI de un equipo de usuario. La estación base ha de estar comprendida en una red celular de comunicaciones. La disposición comprende circuitería procesadora configurada para proporcionar al equipo de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI; y para recibir del equipo de usuario la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, siendo p un valor variable.

30 Dado que el equipo de usuario puede determinar el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$ a partir de la autorización recibida en una subtrama n , y puede comunicar la CSI, que refleja las condiciones de canal en el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, no hay necesidad alguna de extender las autorizaciones de comunicaciones de la CSI con bits adicionales para comunicar las condiciones de radio en diferentes tipos de subtramas, lo que da como resultado un mecanismo mejorado de comunicación de la CSI en términos de menos sobrecarga.

Breve descripción de los dibujos

Se describen con más detalle ejemplos de realizaciones de la presente memoria con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra la técnica anterior.
- La Figura 2 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra la técnica anterior.
- La Figura 3 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra la técnica anterior.
- La Figura 4 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra realizaciones de una red celular de comunicaciones.
- La Figura 5 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra realizaciones en una red celular de comunicaciones.
- La Figura 6 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra realizaciones en una red celular de comunicaciones.

- La Figura 7 es un diagrama de flujo que representa realizaciones de un método en un equipo de usuario.
- La Figura 8 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra realizaciones de una disposición en un equipo de usuario.
- La Figura 9 es un diagrama de flujo que representa realizaciones de un método en una estación base.
- La Figura 10 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra realizaciones de una disposición en una estación base.

Descripción detallada

En la siguiente descripción, con fines de explicación y no de limitación, se exponen detalles específicos, tal como arquitecturas, interfaces, técnicas particulares, etc., para proporcionar una comprensión cabal de la invención. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que la invención puede ser puesta en práctica en otras realizaciones que se apartan de estos detalles específicos. En otros casos se omiten las descripciones detalladas de dispositivos, circuitos y métodos bien conocidos para no sobrecargar la descripción de la invención con detalles innecesarios.

La **Figura 4** representa una **red celular 400 de comunicaciones** en la que pueden implementarse las realizaciones de la presente memoria. La red celular 400 de comunicaciones es una red celular de comunicaciones, tal como una red LTE, WCDMA, GSM, cualquier otra red celular 3GPP o cualquier red o sistema celular. La red celular 400 de comunicaciones puede ser una red heterogénea que comprenda células servidas por respectivas estaciones base con gran diferencia de potencia de salida. Un ejemplo de tal red heterogénea es cuando se despliegan picocélulas dentro de la zona de cobertura de una macrocélula. Una picocélula es una estación base celular pequeña, que normalmente cubre una zona pequeña. Normalmente, en comparación con la macrocélula, una picocélula cubre una zona geográfica mucho más pequeña.

La red celular 400 de comunicaciones comprende una estación base 410. La estación base 410 puede ser una estación base de baja potencia, tal como, por ejemplo, una picoestación base, también denominada pico eNB, base eNB local, retransmisor o cualquier otra estación base de baja potencia capaz de servir a un equipo de usuario en un sistema celular de comunicaciones. La potencia de transmisión de una estación base de baja potencia está normalmente en el intervalo de 10 dB a 25 dB por debajo de la potencia de transmisión de una macroestación base. La estación base 410 también puede ser denominada PeNB cuando se ejemplifica que una estación base de baja potencia es una picoestación base. La estación base 410 es una estación base de radio que sirve a una célula 415. La célula 415 puede ser, por ejemplo, una microcélula, o una picocélula o cualquier otra célula de baja potencia, tal como, por ejemplo, una femtocélula.

Dentro de la célula 415 está situado un **equipo 420 de usuario**. El equipo 420 de usuario está configurado para comunicarse dentro de la red celular 400 de comunicaciones a través de la **estación base 410** por un radioenlace **430** cuando el equipo 420 de usuario está presente en la célula 415 servida por la estación base 410.

En el ejemplo de la Figura 4, la red celular 400 de comunicaciones comprende, además, una célula colindante de la célula 415 y, por lo tanto, se la denomina **célula colindante 425**. La célula colindante 425 es servida por una **macroestación base 430**. En este ejemplo la célula colindante 425 es servida por una **macroestación base 430** con mayor área de cobertura que la célula 415 servida por la estación base 410 de baja potencia. En este ejemplo, la célula 415 es desplegada dentro de la zona de cobertura de la célula colindante 425. La macroestación base 425 también puede ser denominada MeNB.

Comunicación de la CSI

En la **Figura 5** se ilustra un ejemplo en el que se proporciona ICIC entre capas. En este escenario, la célula colindante 425 interfiere en la célula 415; es decir, causa una interferencia de enlace descendente hacia la célula 415. La macroestación base 430 puede evitar la planificación de los equipos de usuario a los que sirve (no mostrado) en ciertas **subtramas 501**, lo que implica que en esas subtramas no ocurren ni PDCCH ni PDSCH. Así, es posible crear subtramas de baja interferencia, que pueden ser usadas para proteger al equipo 420 de usuario cuando opera en una zona de desequilibrio de enlace. En LTE, se usa una interfaz denominada interfaz X2 para interconectar estaciones base y se envían mensajes intercelulares a través del protocolo de aplicación X2 (X2-AP). La macroestación base 430 puede indicar a la estación base 410 por medio de la interfaz X2 de la red de retroceso dentro de qué subtramas la macroestación base 430 evitará la planificación de los equipos de usuario. El mensaje transportado por el X2-AP es normalmente representado por un mapa de bits que indica las subtramas en las que la macroestación base 430 se propone evitar la planificación de los equipos de usuario. La estación base 410 tendrá entonces en cuenta esta información cuando planifique los equipos de usuario, tal como el equipo 420 de usuario, cuando operen dentro de la zona de desequilibrio de enlace; es decir, dentro de la célula 415, pero fuera del borde DL. Esto se puede llevar a cabo de modo que estos equipos de usuario sean planificados en subtramas alineadas con subtramas de baja interferencia en la macrocapa, es decir, asociadas con las mismas, es decir, en subtramas protegidas de la interferencia. Sin embargo, cuando operan dentro del borde DL, los equipos de usuario pueden ser planificados en todas las subtramas, es decir, en subtramas tanto protegidas como no protegidas.

5 Cuando el equipo 420 de usuario opera en el modo conectado, la estación base 410 puede solicitarle que efectúe mediciones de la información de estado de canal (CSI). Con la información de retorno de la CSI comunicada, la estación base 410 puede decidirse por cierto sistema de transmisión así como por la debida velocidad de transferencia de datos del equipo de usuario para una transmisión cuando se planifica el equipo 420 de usuario en el enlace descendente. En LTE se soporta la comunicación de la CSI tanto periódica, es decir, a intervalos regulares, como aperiódica, es decir, no recurrente a intervalos regulares. En el caso de la comunicación periódica de la CSI, el equipo 420 de usuario puede comunicar las mediciones de la CSI de forma periódica configurada en el tiempo en, por ejemplo, un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH), mientras que, con comunicación aperiódica, la información de retorno de la CSI puede ser transmitida por el canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en instantes temporales especificados de antemano tras recibir de la estación base la autorización de la CSI. Según realizaciones de la presente memoria, la estación base 410 puede solicitar CSI que refleje las condiciones de radio de enlace descendente en una subtrama particular usando comunicaciones aperiódicas de la CSI.

15 Para obtener mediciones precisas de la CSI, el equipo 420 de usuario normalmente puede promediar en muchas subtramas las mediciones de interferencia. Un principio general es que las mediciones reflejarán las condiciones de radio en subtramas en las que se supone que el equipo 420 de usuario está planificado. Cuando el equipo 420 de usuario es servidor por la célula 415 y opera en la zona de desequilibrio de enlace, preferiblemente realiza mediciones únicamente en subtramas que están alineadas con las subtramas de baja interferencia, es decir, las subtramas protegidas. Por ende, si también se incluyen subtramas de alta interferencia en las mediciones de la CSI, la comunicación de la CSI no reflejaría las condiciones de radio en subtramas que hubieran de planificarse dentro, resultando en operaciones degradadas del sistema. La **Figura 6** representa a la estación base 410 que sirve al equipo 420 de usuario en un primer escenario cuando el equipo de usuario está situado dentro del **borde DL 610**, denominándose en este escenario **420-1** al **equipo 420 de usuario**. La Figura 6 representa, además, a la estación base 410 que sirve al equipo 420 de usuario en un segundo escenario cuando el equipo de usuario está situado fuera del borde DL 610, denominándose en este escenario **420-2** al **equipo 420 de usuario**. La macroestación base 430, que es colindante de la estación base 410, opera con subtramas protegidas para reducir la interferencia hacia los equipos de usuario que operan en la zona de desequilibrio de enlace, es decir, dentro de la célula 415, pero fuera del borde DL 610.

30 O sea, en este escenario el equipo 420-1 de usuario situado en la célula 415 está en las inmediaciones de la estación base 410, es decir, dentro del borde DL 610 y, así, puede estar planificado en todas las subtramas.

El equipo 420-2 de usuario situado en el borde de la célula 415, es decir, fuera del borde DL 610, se enfrenta a una elevada interferencia procedente de la macroestación base colindante 430. En este escenario, el equipo 420-2 de usuario situado en el borde de la célula 415 está planificado, preferentemente, únicamente en las subtramas protegidas, es decir, en subtramas con baja macrointerferencia en DL.

35 Los equipos de usuario que operen en células con desequilibrio de enlace, por ejemplo picocélulas, pueden estar planificados en todas las subtramas o bien en las subtramas alineadas, o sea, asociadas con subtramas de baja interferencia, es decir únicamente las subtramas protegidas, dependiendo de su ubicación dentro de la célula. Para que las estaciones base adopten buenas decisiones de planificación, se necesitan mediciones de la CSI tanto para las subtramas protegidas como para las no protegidas. Una estación base controla en qué subtrama enviar una autorización y puede entonces solicitar un informe de la CSI que refleje condiciones de canal ya sea en una subtrama protegida o en una subtrama no protegida.

45 Algunas realizaciones de la presente memoria proporcionan un procedimiento de cómo diferenciar las mediciones para la comunicación aperiódica de la CSI, dependiendo del tipo de subtrama en el que el equipo 420 de usuario recibe una correspondiente autorización de medición. Si hay dos tipos de subtramas definidas, por ejemplo los tipos de subtrama "A" y "B", para fines de medición de la CSI, puede aplicarse, por ejemplo, el procedimiento siguiente.

Si el equipo 420 de usuario recibe una autorización de comunicación de CSI en una subtrama de enlace descendente correspondiente al tipo "A", la comunicación de la CSI estará basada en mediciones que reflejen las condiciones de radio únicamente en las subtramas del tipo "A".

50 Si el equipo 420 de usuario recibe una autorización de comunicación de CSI en una subtrama de enlace descendente correspondiente al tipo "B", la comunicación de la CSI estará basada en mediciones que reflejen las condiciones de radio únicamente en las subtramas del tipo "B" o en un conjunto complementario de subtramas a las subtramas del tipo "A".

55 El tipo "A" de subtrama puede corresponder a una subtrama protegida, mientras que el tipo "B" de subtrama puede corresponder a una subtrama no protegida. El anterior principio puede extenderse a más de dos tipos de subtrama. Las generalizaciones de este concepto comprenden que la subtrama en la que ocurre la autorización de comunicación de la CSI puede determinar el tipo de subtramas para las que las mediciones para la comunicación de la CSI asociada reflejarán las condiciones de canal.

Alternativamente, la propia CSI puede reflejar, en vez de las mediciones, las condiciones de canal de una subtrama de cierto tipo. Por ejemplo, el recurso de referencias de CQI/CSI podría estar ligado a una subtrama de un tipo específico en función de la sincronización de la autorización de la comunicación de la CSI.

5 En el texto que sigue, las realizaciones de la presente memoria serán descritas, en primer lugar, vistas desde la perspectiva del equipo 420 de usuario y serán descritas, en segundo lugar, vistas desde la perspectiva de la estación base 410.

Ahora se describirán realizaciones de un **método en el equipo 420 de usuario** para comunicar la CSI con referencia al diagrama de flujo representado en la **Figura 7**. Según se ha mencionado más arriba, el equipo 420 de usuario está en conexión con la estación base 410 en la red celular 400 de comunicaciones. El método comprende las acciones siguientes, acciones que pueden ejecutarse también en otro orden adecuado distinto del descrito a continuación.

Acción 701

15 En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p es uno de dos o más tipos de subtrama. Los dos o más tipos de subtrama están asociados con un respectivo conjunto de subtramas diferentes. Un conjunto de subtramas contiene subtramas del mismo tipo de subtrama. En estas realizaciones, el equipo 420 de usuario puede recibir un mensaje de la estación base 410. El mensaje indica el conjunto de subtramas.

En algunas realizaciones el conjunto de subtramas comprende un subconjunto de subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.

20 Por ejemplo, el equipo 420 de usuario que es servido por la estación base 410 puede recibir un mensaje relativo a un conjunto de subtramas restringidas que ha de ser tenido en cuenta en las mediciones de la CSI. Este mensaje puede, por ejemplo, ser emitido o ser enviado dedicado desde la estación base 410 al equipo 420 de usuario. Normalmente, el mensaje corresponde a un mensaje de una capa alta, tal como un mensaje RRC. El conjunto de subtramas restringidas puede representar, por ejemplo, a todas las subtramas protegidas, es decir, las subtramas alineadas con subtramas de baja interferencia creada por la célula colindante, o corresponder a un subconjunto de las subtramas protegidas. La red celular 400 de comunicaciones, a través de la estación base 410, también puede emitir o enviar, dedicados al equipo 420 de usuario, mensajes adicionales de capas superiores que comprenden conjuntos de subtramas restringidas que indican subtramas con fines de medición complementaria de la CSI. Un ejemplo de conjunto complementario de subtramas al conjunto señalado de subtramas restringidas son las subtramas no protegidas. El conjunto o los conjuntos de subtramas restringidas para ciertos fines de medición de la CSI, señalados por la red celular 400 de comunicaciones, pueden ser representados, por ejemplo, por un mapa de bits por conjunto, pudiendo representar un bit, por ejemplo, una subtrama dentro de una trama de radio, o una subtrama dentro de varias tramas de radio. El conjunto o los conjuntos de subtramas restringidas pueden tener un tiempo de inicio y de detención, y pueden repetirse periódicamente hasta que la red celular 400 de comunicaciones reconfigure el conjunto o los conjuntos de subtramas restringidas.

35 **Acción 702**

El equipo 420 de usuario recibe de la estación base 410 una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI.

Por ejemplo, la estación base 410 puede haber enviado la autorización al equipo 420 de usuario para solicitar que el equipo 420 de usuario envíe un informe aperiódico de la CSI en la subtrama n+k.

40 **Acción 703**

El equipo 420 de usuario determina el tipo de subtrama de la subtrama n+p.

Por ejemplo, el equipo 420 de usuario recibe y detecta la autorización de la comunicación de la CSI en la subtrama n.

45 Si la subtrama n+p corresponde a una subtrama de tipo "A", el equipo 420 de usuario comunicará la CSI, que refleja las condiciones de radio en subtramas, que la red celular 400 de comunicaciones indica, por ejemplo mediante señalización de las capas superiores, que están asociadas con subtramas de tipo "A".

50 Si la subtrama n corresponde, posiblemente mediante una relación de sincronización conocida, a una subtrama de tipo "B", el equipo 420 de usuario comunicará la CSI, que refleja las condiciones de radio en subtramas, que la red celular 400 de comunicaciones indica, por ejemplo mediante señalización de las capas superiores, que están asociadas con subtramas de tipo "B".

Esto puede generalizarse a más de dos tipos de subtrama. Con cada tipo de subtrama (A, B, C,...), puede haber un conjunto asociado de subtramas. En estas realizaciones, la comunicación de la CSI reflejará las condiciones de radio en las subtramas pertenecientes al conjunto asociado de subtramas.

Acción 704

El equipo 420 de usuario comunica a la estación base 410 la CSI, que refleja las condiciones de canal en el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, siendo p un valor variable.

5 En algunas realizaciones, p es un valor variable conocido tanto a la red celular 400 de comunicaciones como al equipo 420 de usuario.

10 En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$ es uno de dos o más tipos de subtrama. Los dos o más tipos de subtrama están asociados con el respectivo conjunto de subtramas diferentes. En estas realizaciones, esta acción de comunicación de la CSI puede reflejar las condiciones de canal en las subtramas pertenecientes al conjunto de subtramas asociadas con el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$. En algunas realizaciones, el valor p es igual a cero, pero, según se ha mencionado anteriormente, son posibles otros valores u otras funciones conocidos tanto a la red celular 400 de comunicaciones como al equipo 420 de usuario. Por ejemplo, el valor de p podría ser determinado implícitamente a partir de la subtrama n siguiendo algunas reglas predeterminadas. Cuando p es igual a cero, el tipo de subtrama de la subtrama en la que el equipo 420 de usuario recibe la autorización determina el tipo de subtrama para el que las condiciones de canal deberían reflejarse en la comunicación de la CSI.

15 Esta acción de comunicación de la CSI puede ser aperiódica o periódica.

En algunas realizaciones el conjunto de subtramas comprende un subconjunto de subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.

20 Con las realizaciones de la presente memoria no habría necesidad alguna de extender las autorizaciones de comunicaciones de la CSI con bits adicionales para comunicar las condiciones de radio en diferentes tipos de subtramas. Pueden reutilizarse los mismos mecanismos fundamentales de señalización de la CSI que se usan en la versión 8 de LTE, con un principio implícito adicional sobre cómo llevar a cabo mediciones para la información de retorno de la CSI en operaciones en redes heterogéneas con zonas de desequilibrio de enlace.

25 En algunas realizaciones el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$ está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida. El primer tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por la célula colindante. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$ puede estar representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida, segundo tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas no protegidas, subtramas no protegidas que son subtramas que no forman parte de las subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.

30 Por ejemplo, la estación base 410 envía una autorización en la subtrama n al equipo 420 de usuario para solicitar que el equipo 420 de usuario envíe un informe aperiódico de la CSI en la subtrama $n+k$. El equipo 420 de usuario recibe y detecta la autorización de la comunicación de la CSI en la subtrama n . k es un entero no negativo y p representa un entero arbitrario de valor negativo o positivo, incluyendo cero.

35 – Si la subtrama $n+p$ corresponde a una subtrama protegida, el equipo 420 de usuario comunicará, en función de mediciones, la CSI, que refleja las condiciones de canal en subtramas, es decir, un primer conjunto de subtramas que la red celular 400 de comunicaciones ha indicado, por ejemplo mediante la señalización de las capas superiores, que son subtramas protegidas.

40 – Si la subtrama $n+p$ corresponde a una subtrama no protegida, el equipo 420 de usuario comunicará la CSI, que refleja las condiciones de canal en subtramas, es decir, un segundo conjunto de subtramas que no forman parte del primer conjunto de subtramas restringidas que la red celular 400 de comunicaciones ha indicado, por ejemplo mediante la señalización de las capas superiores, que son subtramas protegidas.

No es preciso que el equipo 420 de usuario sepa si el primer conjunto de subtramas se refiere a subtramas protegidas o a subtramas no protegidas. El equipo 420 de usuario comunica condiciones de canal vinculadas ya sea con el primer conjunto o el segundo conjunto, dependiendo de a cuál conjunto pertenezca la autorización.

45 En realizaciones particulares, el valor p es igual a cero, pero también pueden contemplarse otros valores u otras funciones, conocidos tanto a la red celular 400 de comunicaciones como al equipo 420 de usuario. La subtrama en la que se produce la autorización de la comunicación de la CSI puede determinar el tipo de subtramas para las que las mediciones para el informe asociado de CSI reflejarán condiciones de canal.

50 En algunas otras realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$ está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida. El primer tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como protegidas en el mensaje procedente de la estación base 410. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$ puede estar representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida, segundo tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas que están indicadas como complementarias en el mensaje procedente de la estación base 410.

Por ejemplo, la estación base 410 puede enviar una autorización en la subtrama n al equipo 420 de usuario para solicitar que el equipo 420 de usuario envíe un informe aperiódico de la CSI en la subtrama n+k. El equipo 420 de usuario recibe y detecta la autorización de la comunicación de la CSI en la subtrama n.

- 5 – Si la subtrama n+p corresponde a una subtrama protegida, el equipo 420 de usuario comunicará, en función de mediciones, la CSI, que refleja las condiciones de canal en subtramas que la red celular 400 de comunicaciones ha indicado, por ejemplo mediante la señalización de las capas superiores, que son subtramas protegidas.
- Si la subtrama n+p corresponde a una subtrama no protegida, el equipo 420 de usuario comunicará la CSI, que refleja las condiciones de canal in subtramas de un conjunto complementario de subtramas que la red celular 400 de comunicaciones ha indicado, por ejemplo mediante la señalización de las capas superiores, que son subtramas complementarias.

10 Si la estación base 410 ha enviado una autorización en la subtrama n, correspondiente a una subtrama no protegida n+p, y no ha recibido la comunicación de la CSI en la subtrama n+k, la estación base 410 puede esperar, o concluir, que el equipo 420 de usuario al que se solicita que envíe un informe de la CSI en la subtrama n+k se encuentra dentro de la zona de desequilibrio de enlace y no es capaz de detectar el PDCCH en las subtramas no protegidas. La estación base 410 puede entonces enviar al equipo 420 de usuario una autorización de comunicación de la CSI en una subtrama protegida.

15 Para llevar a cabo en el equipo 420 las acciones del método de usuario descritas más arriba, el equipo 420 de usuario comprende la siguiente **disposición 800** representada en la **Figura 8**. Según se ha mencionado más arriba, el equipo 420 de usuario está adaptado para comunicarse con una estación base 410 en la red celular 400 de comunicaciones. El equipo 420 de usuario es capaz, además, de comunicar a la estación base 410 información de estado de canal.

La disposición 800 comprende **circuitería procesadora 805** configurada para recibir de la estación base 410 una autorización en una subtrama n que ha de ser usada para la comunicación de la CSI. Para esta función, la circuitería procesadora 805 puede comprender una **unidad receptora 810**.

25 La disposición 800 comprende circuitería procesadora 805 configurada para determinar el tipo de subtrama de una subtrama n+p. Para esta función, la circuitería procesadora 805 puede comprender una **unidad determinadora 820**.

30 En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede estar representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida. El primer tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede estar representada por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida. El segundo tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas no protegidas. Las subtramas no protegidas son subtramas que no forman parte de las subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.

35 En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida. El primer tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como protegidas en el mensaje procedente de la estación base 410. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede estar representada por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida. El segundo tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas que están indicadas como complementarias en el mensaje procedente de la estación base 410.

40 La circuitería procesadora 805 está configurada, además, para comunicar a la estación base 410 la CSI, que refleja las condiciones de canal en el tipo de subtrama de la subtrama n+p, siendo p un valor variable. En algunas realizaciones, p es un valor variable conocido tanto a la red celular de comunicaciones como al equipo 420 de usuario. Para esta función, la circuitería procesadora 805 puede comprender una **unidad informadora 830**. El valor p puede ser, por ejemplo, igual a cero, pero son posibles otros valores u otras funciones conocidos tanto a la red celular 400 de comunicaciones como al equipo 420 de usuario. Cuando p es igual a cero, el tipo de subtrama de la subtrama en la que equipo 420 de usuario recibe la autorización determina el tipo de subtrama para el que las condiciones de canal deberían reflejarse en la comunicación de la CSI.

En algunas realizaciones, la circuitería procesadora 805, tal como, por ejemplo, la unidad informadora 830, está configurada, además, para comunicar la CSI de forma periódica.

50 En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p es uno de dos o más tipos de subtrama, dos o más tipos de subtrama que están asociados con el respectivo conjunto de subtramas diferentes. En estas realizaciones, la circuitería procesadora 805, tal como, por ejemplo, el módulo informador 830, puede estar configurada, además, para comunicar la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas pertenecientes al conjunto de subtramas asociadas con el tipo de subtrama de la subtrama n+p.

55 En algunas realizaciones, la circuitería procesadora 805, tal como, por ejemplo, la unidad receptora 810, está configurada, además, para recibir de la estación base 410 un mensaje, mensaje que indica el conjunto de subtramas.

En algunas realizaciones, el conjunto de subtramas comprende un subconjunto de subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.

5 La disposición 800 en el equipo 420 de usuario comprende, según algunas realizaciones, una **unidad procesadora 840**, por ejemplo con un DSP (procesador de señales digitales) y un módulo de codificación y decodificación. La unidad procesadora 840 puede ser una única unidad o varias unidades para llevar a cabo diferentes etapas de procedimientos descritos en la presente memoria. La disposición 800 también comprende una unidad de entrada y una unidad de salida. La unidad de entrada y la unidad de salida pueden ser dispuestas como una sola unidad o como unidades separadas en el soporte físico de la disposición 800 en el equipo 420 de usuario.

10 Además, la disposición 800 puede comprender al menos un producto de programa informático en forma de **memoria no volátil 850**, por ejemplo una EEPROM, una memoria flash y una unidad de disco. El producto de programa informático comprende un programa informático, que comprende medios de código que, cuando son ejecutados en la unidad procesadora 840, hacen que la disposición 800 del equipo de usuario lleve a cabo las etapas de los procedimientos descritos anteriormente.

15 Por ende, en las realizaciones ejemplares descritas, los medios de código en el programa informático de la disposición 800 del equipo de usuario comprenden un módulo para recibir una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI, en realizaciones específicas un módulo para obtener un valor p , un módulo para determinar el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$ y un módulo para comunicar la CSI, que refleja las condiciones de canal en el tipo de subtrama para la subtrama $n+p$ en forma de código de programa informático estructurado en módulos de programa informático.

20 Además, la disposición 800 puede comprender al menos un producto de programa informático en forma de memoria no volátil, por ejemplo una EEPROM, una memoria flash y una unidad de disco. El producto de programa informático comprende un programa informático, que comprende medios de código que, cuando son ejecutados en la unidad procesadora, hacen que la disposición 800 del equipo de usuario lleve a cabo las etapas de los procedimientos descritos anteriormente.

25 Por ende, en las realizaciones ejemplares descritas, los medios de código en el programa informático de la disposición 800 del equipo de usuario comprenden un módulo para proporcionar al equipo 420 de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI, en realizaciones específicas un módulo para obtener un valor p y un módulo para recibir del equipo de usuario la CSI, que refleja las condiciones de canal en el tipo de subtrama para la subtrama $n+p$ en forma de código de programa informático estructurado en
30 módulos de programa informático.

La presente invención puede realizarse, por supuesto, de maneras distintas de las específicamente definidas en la presente memoria sin alejarse de las características esenciales de la invención. Las presentes realizaciones han de ser consideradas en todos los sentidos ilustrativas y no restrictivas.

35 Ahora se describirán, con referencia al diagrama de flujo representado en la **Figura 9**, realizaciones de un **método** en la estación base 410 para obtener de un equipo 420 de usuario la CSI. Según se ha mencionado más arriba, la estación base 410 está comprendida en una red celular 400 de comunicaciones.

40 En algunas realizaciones, la estación base 410 está representada por un nodo de baja potencia que sirve a una primera célula, tal como la célula 415. En este caso, la célula 415 está representada por la primera célula. La primera célula está comprendida en la célula colindante 425, representada por una macrocélula que es servida por una macroestación base. En este caso, la estación base colindante está representada por la macroestación base. En este caso, la estación base colindante 425 está representada por la macroestación base. La primera célula y la macrocélula comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.

45 En algunas realizaciones, la estación base 410 está representada por una picoestación base que sirve a una picocélula. En este caso, la célula 415 está representada por la picocélula. La picocélula está comprendida en la célula colindante 425, representada por una macrocélula que es servida por una macroestación base. En este caso, la estación base colindante 425 está representada por la macroestación base. La picocélula y la macrocélula comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.

El método comprende las acciones siguientes, acciones que pueden ejecutarse también en otro orden adecuado distinto del descrito a continuación.

50 **Acción 901**

La estación base 410 proporciona al equipo 420 de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI.

Acción 902

La estación base 410 recibe del equipo 420 de usuario la CSI, que refleja condiciones de canal en el tipo de subtrama de la subtrama n+p, siendo p un valor variable. En algunas realizaciones, p es un valor variable conocido tanto a la red como al equipo 420 de usuario. El valor p, por ejemplo, puede ser igual a cero, pero son posibles otros valores u otras funciones conocidos tanto a la red celular 400 de comunicaciones como al equipo 420 de usuario.

5 Cuando p es igual a cero, el tipo de subtrama de la subtrama en la que el equipo 420 de usuario recibe la autorización determina el tipo de subtrama para el que las condiciones de canal deberían reflejarse en la comunicación de la CSI.

El tipo de subtrama de la subtrama n+p puede ser uno de dos o más tipos de subtrama. Los dos o más tipos de subtrama están asociados con un respectivo conjunto de subtramas diferentes. La CSI recibida del equipo 420 de usuario refleja condiciones de canal en las subtramas pertenecientes al conjunto de subtramas asociadas con el tipo de subtrama de la subtrama n+p.

Acción 903

La estación base 410 puede enviar al equipo 420 de usuario un mensaje, mensaje que indica el conjunto de subtramas.

15 En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida. El primer tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede estar representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida. El segundo tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas no protegidas. Las subtramas no protegidas son subtramas que no forman parte de las subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.

20 En algunas otras realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida, primer tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como protegidas en el mensaje destinado al equipo 420 de usuario. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede estar representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida, segundo tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas que están indicadas como complementarias en el mensaje destinado al equipo 420 de usuario.

El conjunto de subtramas puede comprender un subconjunto de subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.

30 Para llevar a cabo en la estación base 410 las acciones del método descritas más arriba para obtener de un equipo 420 de usuario la CSI, la estación base 410 comprende la **disposición 1000** representada en la **Figura 10**. La estación base 410 es capaz de obtener del equipo 420 de usuario la CSI. La estación base 410 ha de estar comprendida en una red celular de comunicaciones.

35 En algunas realizaciones, la estación base 410 está representada por un nodo de baja potencia que sirve a una primera célula, tal como la célula 415. En este caso, la célula 415 está representada por la primera célula. La primera célula está comprendida en la célula colindante 425, representada por una macrocélula que es servida por una macroestación base. En este caso, la estación base colindante está representada por la macroestación base. En este caso, la estación base colindante 425 está representada por la macroestación base. La primera célula y la macrocélula comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.

40 En algunas realizaciones, la estación base 410 está representada por una picoestación base que sirve a una picocélula. En este caso, la célula 415 está representada por la picocélula. La picocélula está comprendida en la célula colindante 425, representada por una macrocélula que es servida por una macroestación base. En este caso, la estación base colindante 425 está representada por la macroestación base. La picocélula y la macrocélula comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.

45 La disposición 1000 en la estación base 410 comprende **circuitería procesadora 1005** configurada para proporcionar al equipo 420 de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI. Para esta función, la circuitería procesadora 1005 puede comprender una **unidad proveedora 1010**.

La circuitería procesadora 1005 está configurada, además, para recibir del equipo 420 de usuario la CASI, que refleja condiciones de canal en el tipo de subtrama de la subtrama n+p, siendo p un valor variable. En algunas realizaciones, p es un valor variable conocido tanto a la red como al equipo 420 de usuario. Para esta función, la circuitería procesadora 1005 puede comprender una unidad receptora **1020**. El valor p puede ser igual a cero, pero, según se ha mencionado anteriormente, son posibles otros valores u otras funciones conocidos tanto a la red celular 400 de comunicaciones como al equipo 420 de usuario. Cuando p es igual a cero, el tipo de subtrama de la subtrama en la que el equipo 420 de usuario recibe la autorización determina el tipo de subtrama para el que las condiciones de canal deberían reflejarse en la comunicación de la CSI.

55

- Según algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede ser uno de dos o más tipos de subtrama. Los dos o más tipos de subtrama están asociados con un respectivo conjunto de subtramas diferentes. En estas realizaciones, la circuitería procesadora 1005, tal como, por ejemplo, la unidad receptora 1020, puede estar configurada, además, para recibir del equipo 420 de usuario la CSI, que refleja condiciones de canal en las subtramas pertenecientes al conjunto de subtramas asociadas con el tipo de subtrama de la subtrama n+p.
- El conjunto de subtramas puede comprender un subconjunto de subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.
- En algunas realizaciones, la circuitería procesadora 1005 puede estar configurada, además, para enviar al equipo 420 de usuario un mensaje, mensaje que indica el conjunto de subtramas. Para esta función, la circuitería procesadora 1005 puede comprender una **unidad emisora 1030**.
- En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida, primer tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede estar representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida. El segundo tipo de subtrama está asociado con un conjunto de subtramas que comprende subtramas no protegidas. Las subtramas no protegidas son subtramas que no forman parte de las subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.
- En algunas otras realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida, primer tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como protegidas en el mensaje destinado al equipo 420 de usuario. En algunas realizaciones, el tipo de subtrama de la subtrama n+p puede estar representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida, segundo tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas que están indicadas como complementarias en el mensaje destinado al equipo 420 de usuario.
- La disposición 1000 en la estación base 410 comprende, según algunas realizaciones, una **unidad procesadora 1040**, por ejemplo con un DSP (procesador de señales digitales) y un módulo codificador y decodificador. La unidad procesadora 1040 puede ser una única unidad o varias unidades para llegar a cabo diferentes etapas o procedimientos descritos en la presente memoria. La disposición también comprende una unidad de entrada y una unidad de salida. La unidad de entrada y la unidad de salida pueden ser dispuestas como una sola unidad o como unidades separadas en el soporte físico de la disposición en el equipo 420 de usuario.
- Además, la disposición 1000 puede comprender al menos un producto de programa informático en forma de **memoria no volátil 1050**, por ejemplo una EEPROM, una memoria flash y una unidad de disco. El producto de programa informático comprende un programa informático, que comprende medios de código que, cuando son ejecutados en la unidad procesadora 1040, hacen que la disposición de la estación base 410 lleve a cabo las etapas de los procedimientos descritos anteriormente.
- Por ende, en las realizaciones ejemplares descritas, los medios de código en el programa informático de la disposición 1000 de la estación base 410 comprenden un módulo para proporcionar al equipo 420 de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI, en realizaciones específicas un módulo para obtener un valor p y un módulo para recibir del equipo de usuario la CSI, que refleja las condiciones de canal en el tipo de subtrama para la subtrama n+p en forma de código de programa informático estructurado en módulos de programa informático.
- La presente invención puede, por supuesto, llevarse a cabo de maneras distintas a las definidas específicamente en la presente memoria sin apartarse de las características esenciales de la invención. Las presentes realizaciones han de ser consideradas en todos los aspectos ilustrativas y no restrictivas.
- Cuando se usa la expresión “comprende” o “que comprende”, se interpretará de forma no limitante, es decir, con el significado de “consiste al menos en”.
- Las realizaciones de la presente memoria no están limitadas a las realizaciones preferentes descritas en lo que antecede. Pueden usarse diversas alternativas, modificaciones y equivalentes. Por lo tanto, no debería entenderse que las anteriores realizaciones limiten el alcance de la invención, que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método en un equipo (420) de usuario para comunicar información de estado de canal, CSI, equipo (420) de usuario que está en conexión con una estación base (410) en una red celular (400) de comunicaciones, comprendiendo el método:
- 5 *recibir* (702) de la estación base (410) una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI,
caracterizado por las etapas de
determinar (703) el tipo de subtrama de una subtrama n+p; y
comunicar (704) a la estación base (410), la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama n+p, siendo p un valor variable.
- 10
2. El método según la reivindicación 1 en el que el valor p es igual a cero.
3. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-2 en el que el tipo de subtrama de la subtrama n+p es uno de dos o más tipos de subtrama, dos o más tipos de subtrama que están asociados con un respectivo conjunto de subtramas diferentes, conteniendo un conjunto de subtramas subtramas del mismo tipo de subtrama, y reflejando la *comunicación* (704) de la CSI las condiciones de canal en las subtramas pertenecientes al conjunto de subtramas asociadas con el tipo de subtrama de la subtrama n+p.
- 15
4. El método según la reivindicación 3 que, además, comprende:
recibir (701) un mensaje un mensaje de la estación base, mensaje que indica el conjunto de subtramas.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 en el que el tipo de subtrama está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida, primer tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas que comprenden subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.
- 20
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 en el que el tipo de subtrama está representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida, segundo tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas que comprenden subtramas no protegidas, subtramas no protegidas que son subtramas que no son parte de las subtramas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.
- 25
7. El método según la reivindicación 4 en el que el tipo de subtrama está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida, primer tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como protegidas en el mensaje procedente de la estación base (410).
- 30
8. El método según la reivindicación 4 en el que el tipo de subtrama está representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida, segundo tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como complementarias en el mensaje procedente de la estación base (410).
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones 3-8 en el que el conjunto de subtramas comprende un subconjunto de subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.
- 35
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-9 en el que la *comunicación* (704) de la CSI es aperiódica.
11. Un método en una estación base (410) para obtener información de estado de canal, CSI, procedente de un equipo (420) de usuario, estación base (410) que está comprendida en una red celular (400) de comunicaciones, comprendiendo el método:
- 40 *proporcionar* (901) al equipo (420) de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI; **caracterizado por**
recibir (902) del equipo (420) de usuario la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama n+p, siendo p un valor variable conocido tanto a la red celular (400) de comunicaciones como al equipo (420) de usuario.
- 45
12. El método según la reivindicación 11 en el que el tipo de subtrama de la subtrama n+p es uno de dos o más tipos de subtrama, dos o más tipos de subtrama que están asociados con un respectivo conjunto de subtramas diferentes, conteniendo un conjunto de subtramas subtramas del mismo tipo de subtrama, y reflejando la *recepción* (902) de la CSI del equipo de usuario (420) las condiciones de canal en las subtramas pertenecientes al conjunto de subtramas asociadas con el tipo de subtrama de la subtrama n+p.
- 50
13. El método según la reivindicación 12 que, además, comprende:
enviar (903) un mensaje al equipo (420) de usuario, mensaje que indica el conjunto de subtramas.

14. El método según la reivindicación 13 en el que el tipo de subtrama está representado por un primer tipo de subtrama correspondiente a una subtrama protegida, primer tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como protegidas en el mensaje al equipo (420) de usuario.
- 5 15. El método según la reivindicación 13 en el que el tipo de subtrama está representado por un segundo tipo de subtrama correspondiente a una subtrama no protegida, segundo tipo de subtrama que está asociado con un conjunto de subtramas indicadas como complementarias en el mensaje al equipo (420) de usuario.
16. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11-15 en el que el conjunto de subtramas comprende un subconjunto de subtramas protegidas alineadas con baja interferencia creada por una célula colindante.
- 10 17. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11-16 en el que la estación base (410) está representada por un nodo de baja potencia que sirve a una primera célula, primera célula que está comprendida en una célula colindante representada por una macrocélula servida por una macroestación base, primera célula y macrocélula que comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.
- 15 18. El método según cualquiera de las reivindicaciones 11-17 en el que la estación base (410) está representada por una picoestación base que sirve a una picocélula, picocélula que está comprendida en una célula colindante representada por una macrocélula servida por una macroestación base, picocélula y macrocélula que comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.
- 20 19. Una disposición (800) en un equipo (420) de usuario adaptada para comunicarse con una estación base (410) en una red celular (400) de comunicaciones, siendo capaz de dicho equipo (420) de usuario de comunicar información de estado de canal a dicha estación base (410), comprendiendo dicha disposición (800) circuitería procesadora (805) configurada para:
- 25 recibir de la estación base (410) una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI;
caracterizada porque dicha circuitería procesadora está configurada para determinar el tipo de subtrama de la subtrama $n+p$; y
- 30 comunicar a la estación base (410) la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, siendo p un valor variable.
20. Una disposición (1000) en una estación base (410) capaz de obtener la información de estado de canal, CSI, procedente de un equipo (420) de usuario, estación base que ha de estar comprendida en una red celular de comunicaciones, comprendiendo dicha disposición circuitería procesadora (1010) configurada para:
- 35 proporcionar al equipo (420) de usuario una autorización en una subtrama n que ha de usarse para la comunicación de la CSI; **caracterizada porque** dicha circuitería procesadora está configurada para recibir del equipo (420) de usuario la CSI, que refleja las condiciones de canal en las subtramas del tipo correspondiente al tipo de subtrama de la subtrama $n+p$, siendo p un valor variable conocido tanto a la red celular (400) de comunicaciones como al equipo (420) de usuario.
- 40 21. La disposición (1000) según la reivindicación 20 en la que la estación base (410) está representada por un nodo de baja potencia que sirve a una primera célula, primera célula que está comprendida en una célula colindante representada por una macrocélula servida por una macroestación base (410), primera célula y macrocélula que comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.
22. La disposición (1000) según cualquiera de las reivindicaciones 20-21 en la que la estación base (410) está representada por una picoestación base que sirve a una picocélula, picocélula que está comprendida en una célula colindante representada por una macrocélula servida por una macroestación base (410), picocélula y macrocélula que comparten recursos de radio en las mismas frecuencias portadoras.

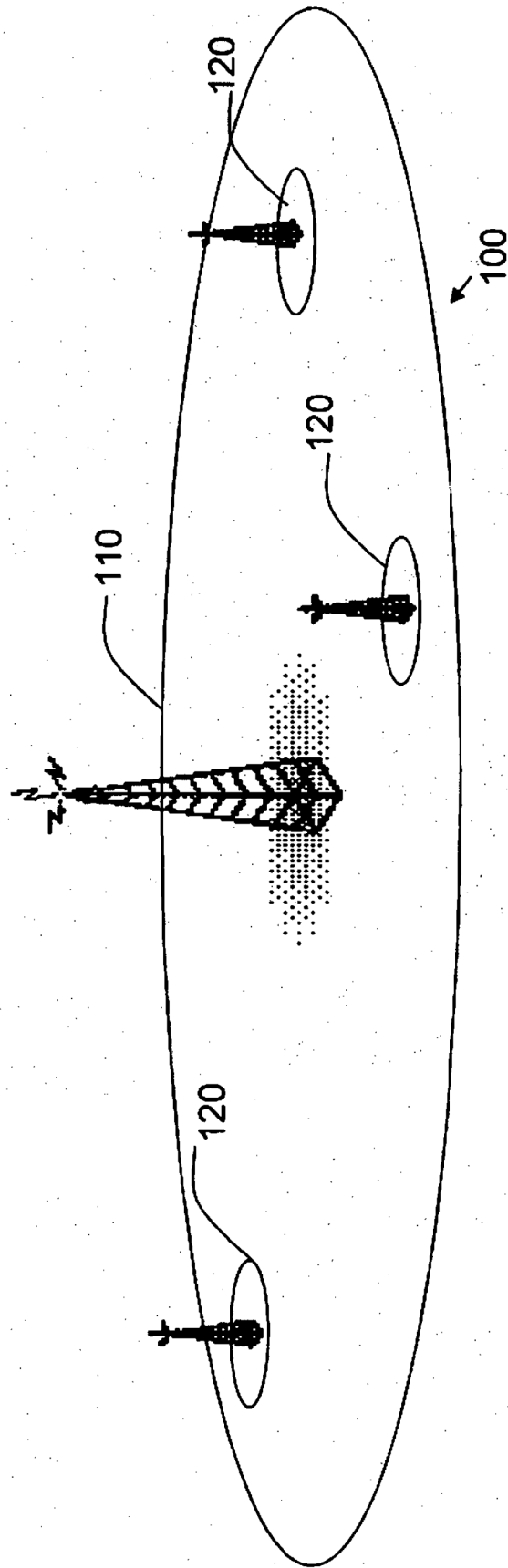


Fig. 1

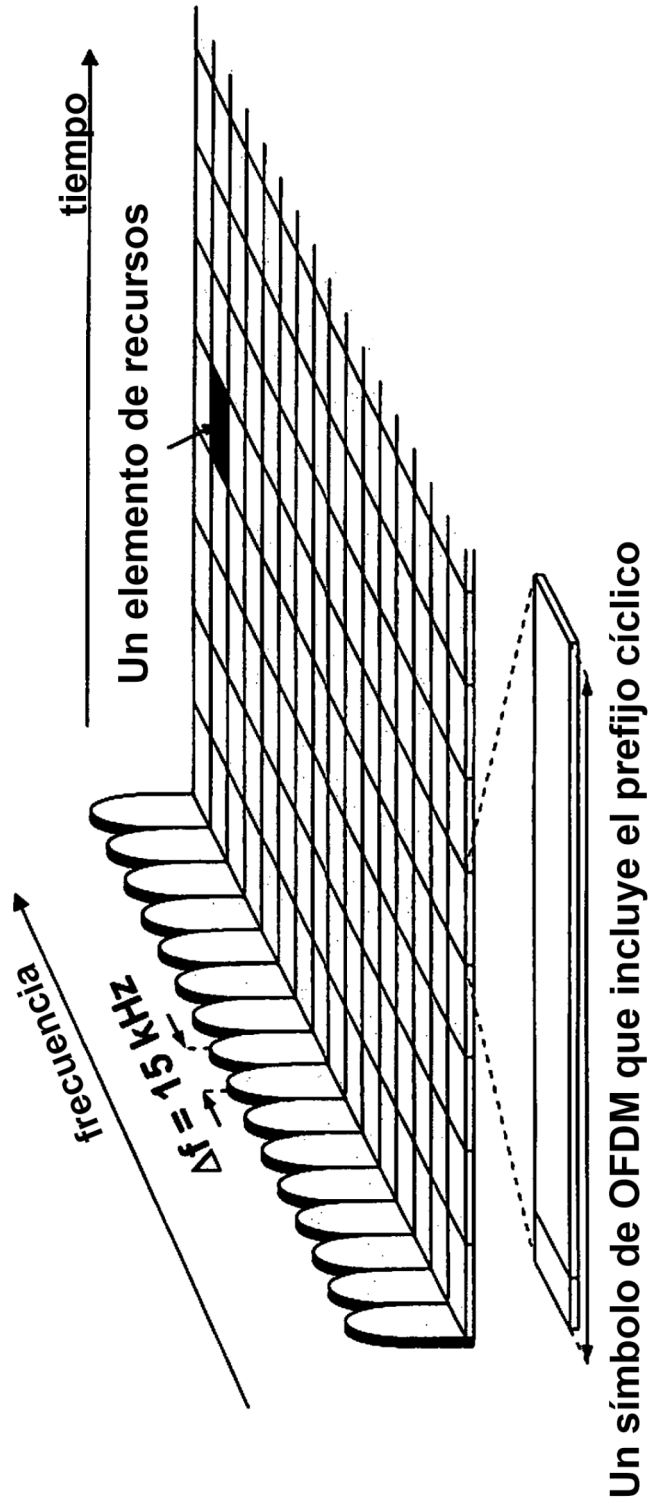


Fig. 2

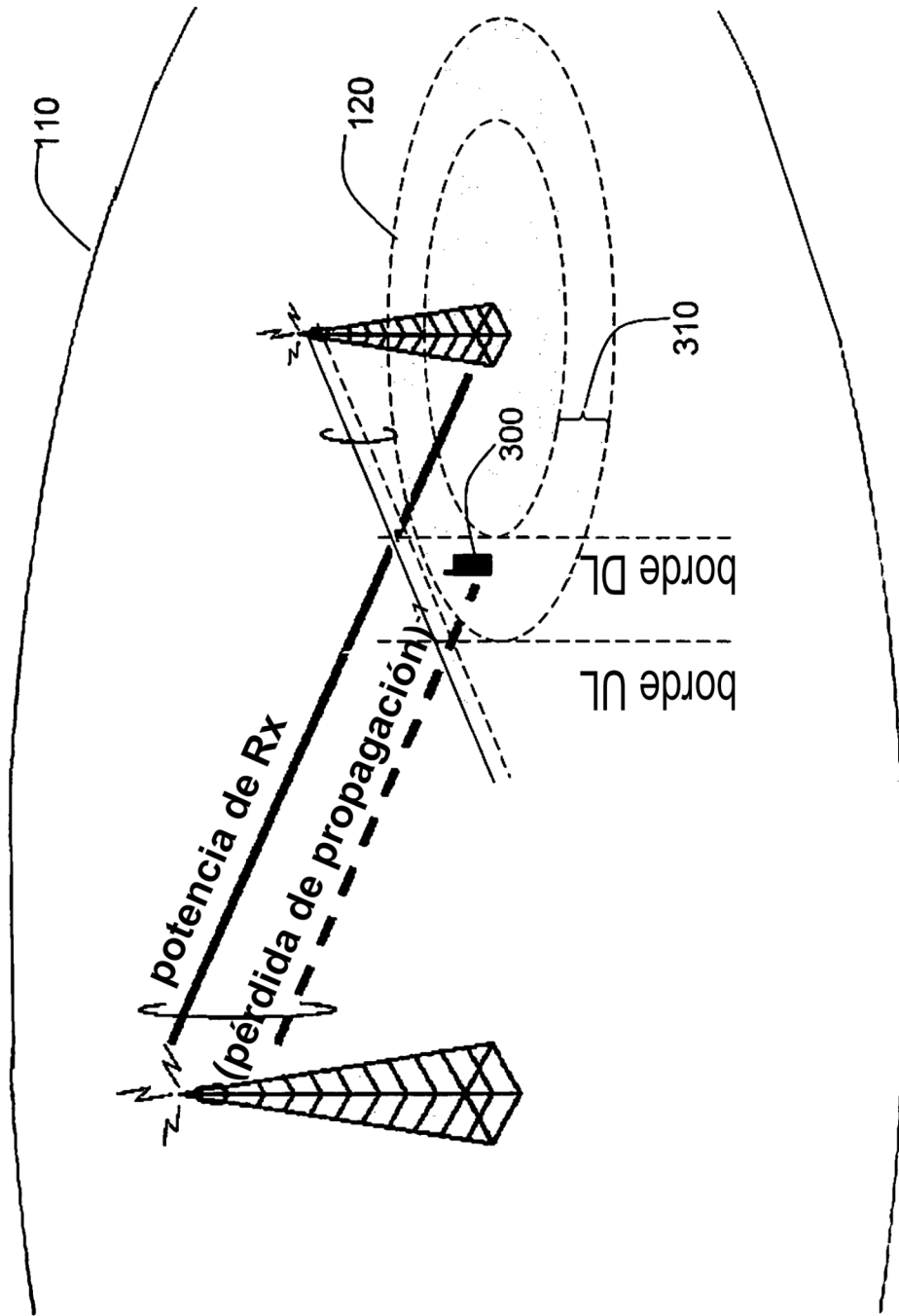


Fig. 3

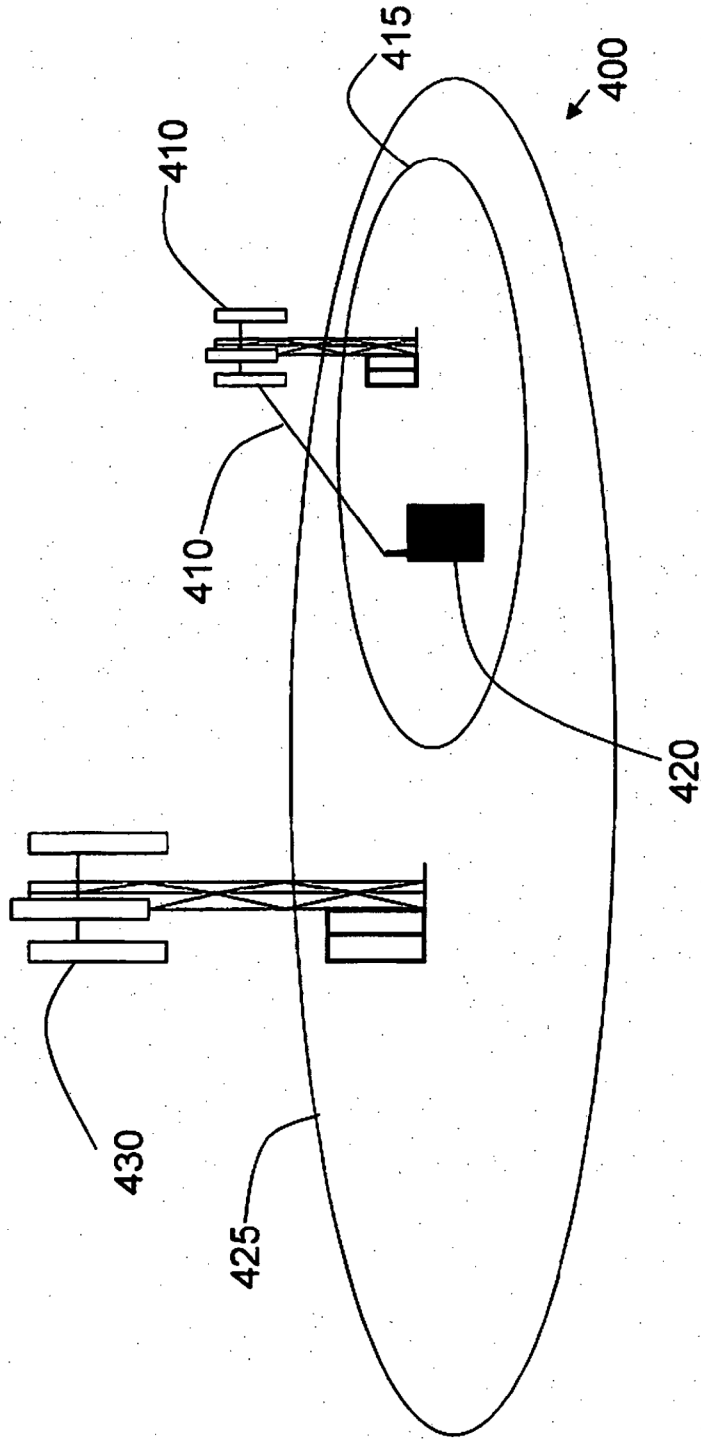


Fig. 4

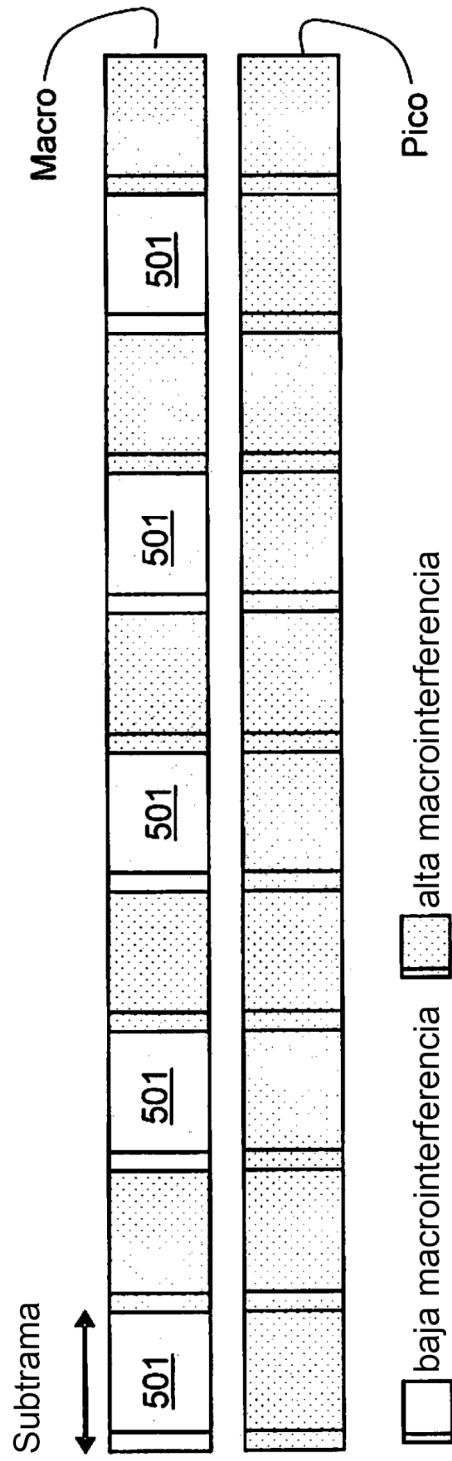


Fig. 5

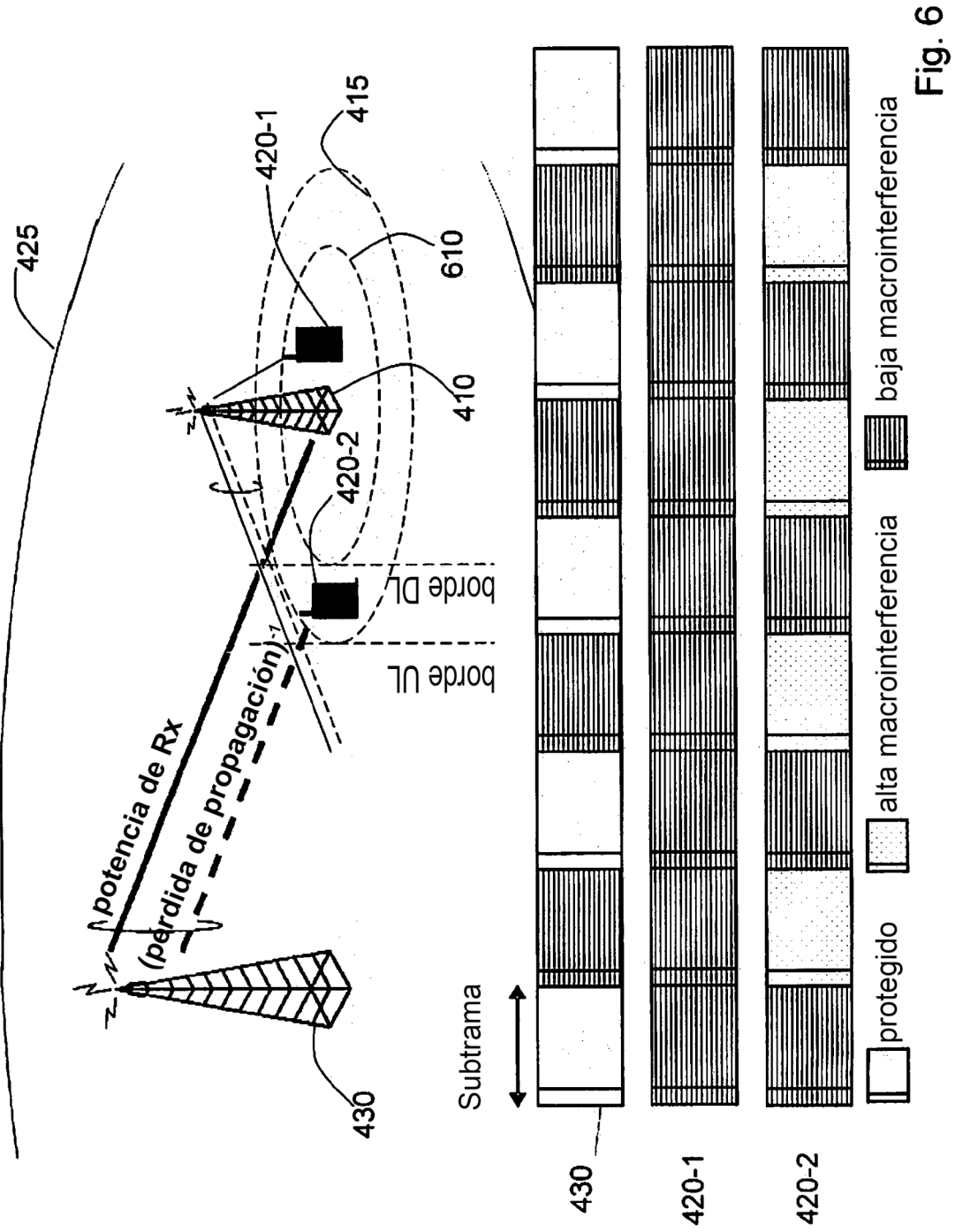
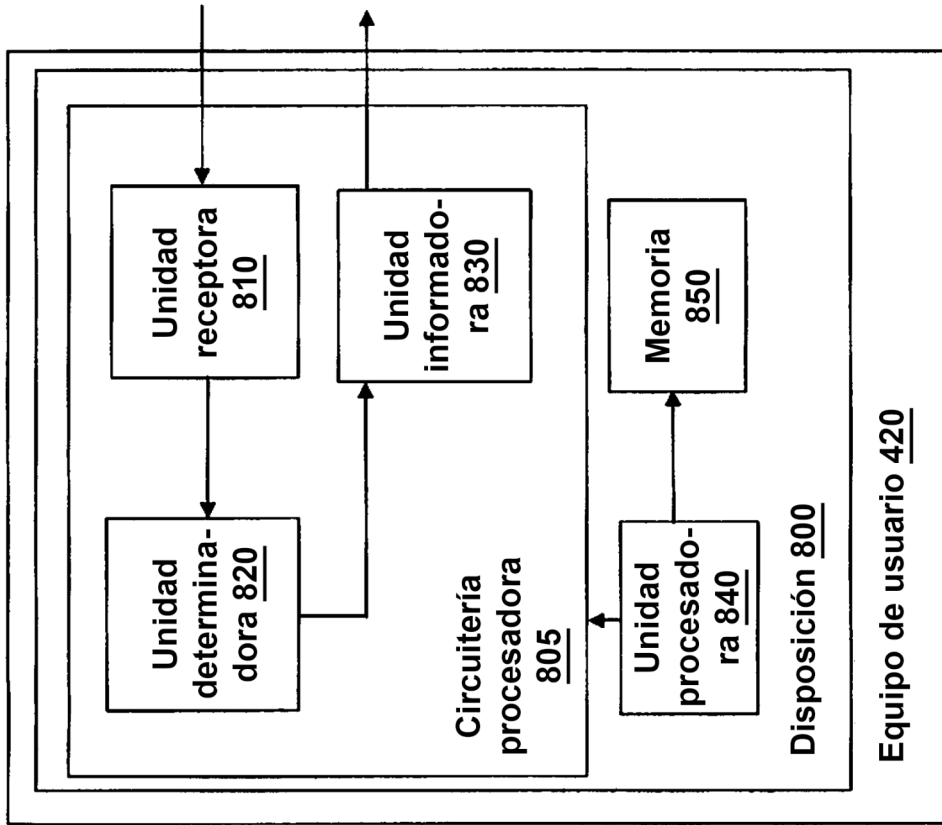


Fig. 6



Equipo de usuario 420

Fig. 8

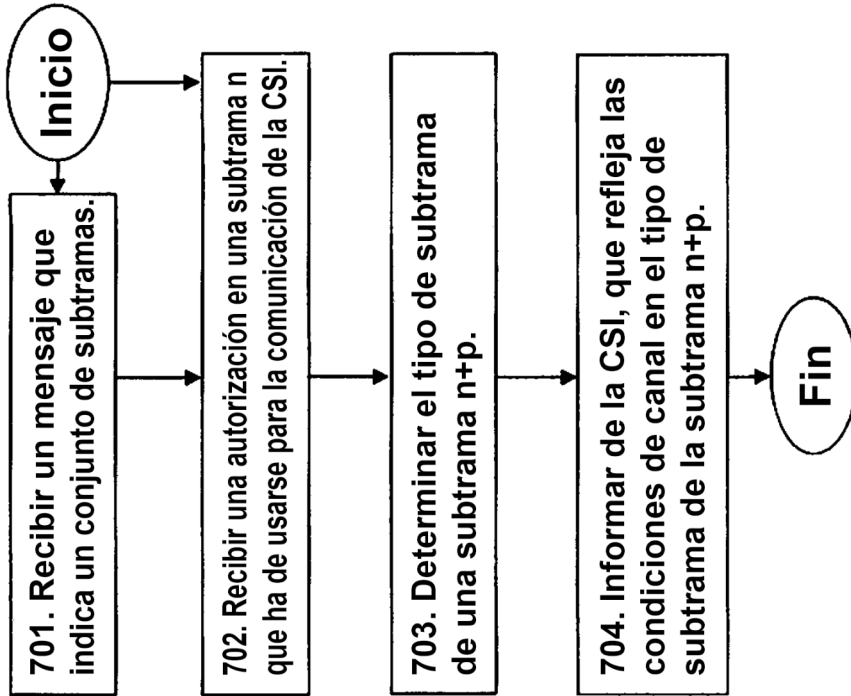


Fig. 7

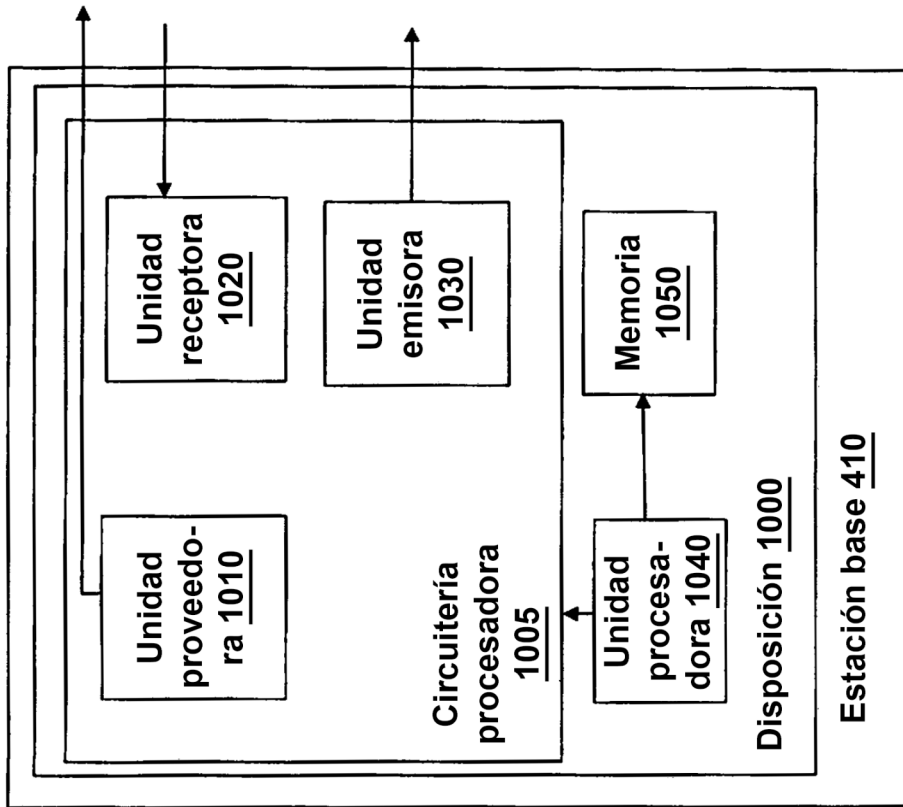


Fig. 10

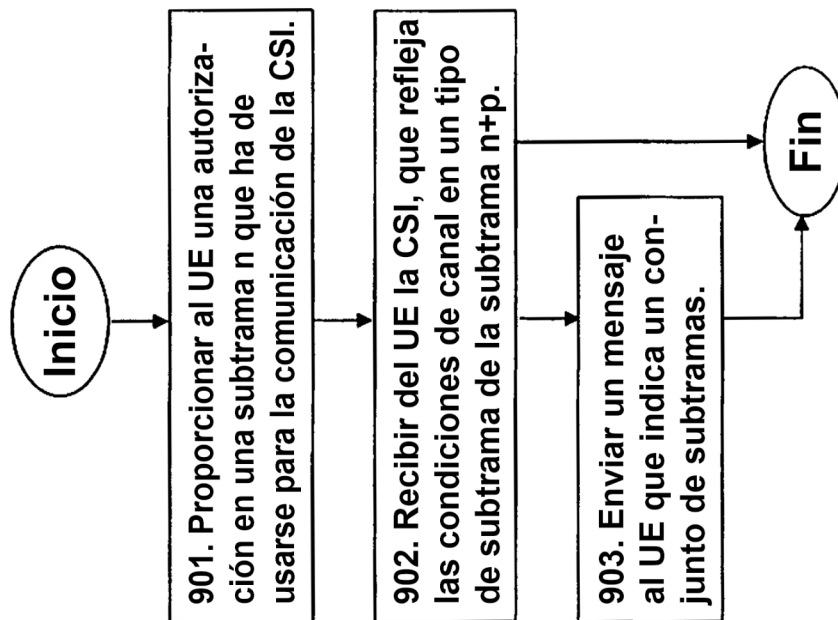


Fig. 9