

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 071**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2013** **E 13382410 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016** **EP 2863695**

54 Título: **Un método y un sistema para la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos y programa de ordenador para los mismos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.01.2017

73 Titular/es:

TELEFÓNICA S.A. (100.0%)
C/ Gran Vía 28
28013 Madrid, ES

72 Inventor/es:

LORCA HERNANDO, JAVIER

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 599 071 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).

Un método y un sistema para la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos y programa de ordenador para los mismos

DESCRIPCIÓN

5

Campo de la técnica

10 La presente invención se refiere en general al campo de la coordinación de interferencias entre células en sistemas celulares inalámbricos, y más especialmente a un método, un sistema y un programa de ordenador para la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos que comprende redes masivas de antenas en las estaciones base.

Antecedentes de la invención

15

La Evolución a Largo Plazo (LTE) es la siguiente etapa en los sistemas de Tercera Generación (3G), que representa básicamente una evolución de las presentes normativas de las comunicaciones móviles tales como el Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal (UMTS) y el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) [1]. Es una normativa del Proyecto de Miembros de la Tercera Generación (3GPP) que proporciona tasas de transferencia de hasta 50 Mbps en el enlace ascendente y hasta 100 Mbps en el enlace descendente. Usa un ancho de banda escalable desde 1,4 hasta 20 MHz para acomodarse a las necesidades de los operadores de red que tienen diferentes asignaciones de ancho de banda. La LTE también se espera que mejore la eficacia espectral en las redes, permitiendo a las operadoras proporcionar más servicios de datos y voz sobre un ancho de banda determinado.

25

La LTE-Avanzada (LTE-A), una evolución de la LTE, se está normalizando en la LTE Versión 10 y posteriores. Pretende el cumplimiento de los requisitos de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) - Avanzada, cuyas capacidades van más allá de la IMT-2000 e incluyen tasas de datos de pico mejoradas para soportar los servicios y aplicaciones avanzadas (100 Mbps para alta movilidad y 1 Gbps para baja movilidad).

30

Hasta ahora, la LTE-Avanzada prevé el uso de hasta ocho antenas de transmisión en las estaciones base. Para tratar los enormes aumentos en la eficiencia espectral de la célula promedio, se están investigando actualmente sistemas de Múltiples-Entradas Múltiples-Salidas (MIMO) masivos como futuras extensiones de la LTE-Avanzada para la Versión 12 y posteriores [2]. Estos sistemas típicamente comprenden varios cientos de antenas de baja potencia, donde los grados de libertad en exceso en la transmisión permiten una diversidad de posibilidades de procesamiento de señal en transmisión y recepción. Estos grandes sistemas MIMO están sujetos actualmente a una intensa investigación. Otras normativas inalámbricas, tales como la IEEE 802.11, también consideran el uso de técnicas de múltiples antenas bien para la multiplexación espacial de varios flujos de datos o para la adaptación de los haces radiados hacia una dirección determinada en el espacio.

40

Algunas soluciones se dirigen a aumentar el enfoque espacial de energía en direcciones específicas, dirigiéndose por lo tanto a los usuarios de forma más precisa [3]. La llamada Formación de Haz Inversa en el Tiempo (TRBF) enfoca la energía electromagnética por medio de la prueba del canal y la inversión en el tiempo de las señales recibidas antes de la transmisión como se describe en la patente US-B2-8330642 "Imaging by Time Reversal Beamforming". Otras soluciones de formación de haz más tradicionales involucran la adaptación de los patrones radiados, de modo que los haces orientados hacia diferentes usuarios presentan un solapamiento mínimo para minimizar la interferencia entre usuarios.

45

50 En paralelo con estos temas de investigación, la interferencia entre células permanece como una limitación fundamental en los sistemas inalámbricos. En los sistemas MIMO masivos, donde los valores de la relación de señal a ruido (SNR) recibidos se pueden mejorar significativamente con el uso masivo de la formación de haz, la interferencia desde las células vecinas también se puede mejorar en el mismo factor por el proceso de formación de haz dando como resultado de este modo una degradación significativa de la señal. Además, la interferencia presentará probablemente patrones intermitentes de acuerdo con la operación del programador en las estaciones base, mientras que emplea esquemas de modulación y codificación (MCS) que son en principio desconocidos para el usuario víctima. Ambos inconvenientes complican la operación de los receptores de Cancelación de Interferencia Sucesiva (SIC) como se estableció por A. Rügge et al. [6].

55

60 Las normativas del 3GPP prevén varios mecanismos para la coordinación entre células para gestionar la interferencia. La llamada Coordinación de la Interferencia Entre Células mejorada (eICIC) trata con varias soluciones para la coordinación entre células, en concreto la eICIC basada en las Subtramas Casi en Blanco (ABS) y la eICIC basada en la Agregación de Portadoras (CA) [4]. Ambas soluciones se basan en la compartición coordinada de recursos entre la célula o células víctima y agresora en los dominios del tiempo y la frecuencia, respectivamente. La eICIC basada en ABS permite la coordinación de recursos del tiempo en la forma de un patrón de sub-tramas

protegidas, por el que la célula agresora renuncia al acceso a sus usuarios para aliviar la interferencia creada hacia la célula víctima. La eICIC basada en CA coordina los recursos de frecuencia mediante el uso de la Agregación de Portadoras de modo que se usa un espectro diferente para usuarios potencialmente interferidos. Estas soluciones pueden ser especialmente útiles en despliegues heterogéneos de la red.

5 Sin embargo, en el contexto de los sistemas MIMO masivos las situaciones mencionadas anteriormente no son eficaces ya que están principalmente destinadas a sistemas MIMO no masivos, donde los usuarios se programan en las dimensiones del tiempo y la frecuencia y no se obtiene ninguna ventaja de la dimensión espacial. La compartición tradicional de los recursos del tiempo y la frecuencia involucra a todo el conjunto de haces en los sistemas MIMO masivos, mientras que la interferencia desde una célula agresora se provoca generalmente por solo un haz o un conjunto limitado de haces. Se deberían pretender esquemas de coordinación entre células más eficaces para aliviar la interferencia a nivel de usuario (o haz) en lugar de a nivel de célula, coordinando por lo tanto solo los recursos concretos que están en conflicto entre células víctima y agresora, sea en las dimensiones del tiempo, frecuencia o espacio.

15 Por lo tanto son necesarias soluciones más específicas para la coordinación entre células para aliviar la interferencia en los despliegues MIMO masivos debido al uso de la formación de haz avanzada.

20 Otro ejemplo puede encontrarse en el documento US2009/201839.

20 Referencias

[1] Documento TS 36.300 del 3GPP, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Descripción Global, Etapa 2 (Versión 8)

25 [2] Documento RP-121804, "New SID Proposal: Study on Full Dimension MIMO for LTE", de 3GPP TSG RAN Asamblea N° 58, 4 - 7 de diciembre de 2012

[3] Documento de F. Rusek et al (2013), "Scaling up MIMO: Opportunities and Challenges with Very Large Arrays", Revista de Proceso de Señal de IEEE, volumen 30 (1): 40 - 60

30 [4] Documento de A. Damnjanovic et al, "A Survey on 3GPP Heterogeneous Networks", Comunicaciones Inalámbricas del IEEE, junio de 2011

[5] Documento de S. Sesia, I. Toufik, M. Baker (editores), "LTE, the UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice" (2ª edición), John Wiley e Hijos, 2011

35 [6] Documento de A. Rüeegg, A. Tarable, "Iterative SIC receiver scheme for non-orthogonally superimposed signals on top of OFDMA", 21º Simposio Internacional de IEEE sobre Comunicaciones Personales en Interiores y Comunicaciones Móviles de Radio (PIMRC), septiembre de 2010

Sumario de la Invención

40 De acuerdo con un primer aspecto se proporciona un método para la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos, en el que, como es común en el campo, al menos un terminal de usuario conectado a al menos una primera estación base sufre interferencia desde al menos una segunda estación base, comprendiendo dichas primera y segunda estaciones base capacidades avanzadas de formación de haces por medio de la inclusión de un gran número de antenas, conformando dichas capacidades de formación de haces un patrón de radiación hacia los usuarios conectados de acuerdo con un conjunto discreto de posibilidades de formación de haces.

Al contrario de las propuestas conocidas, el método del primer aspecto comprende:

50 a) transmitir, por cada una de dichas estaciones base, un valor codificado correspondiente conocido como el indicador de haz a través de un canal físico del indicador de haz a todos los terminales de usuario conectados al mismo,

- en el que dicho canal físico del indicador de haz caracteriza el haz real en uso por dichas estaciones base para la transmisión hacia un usuario determinado,
- 55 - en el que dicho indicador de haz es diferente para cada uno de dichos terminales de usuario conectados por medio del aprovechamiento de las capacidades de formación de haz en la célula;

60 b) crear, dicho al menos un terminal de usuario, un primer informe de interferencia incluyendo al menos la identidad y el indicador de haz de dicha segunda estación base,

- en el que dicha identidad se adquiere decodificando una sincronización correspondiente o un canal de difusión; y
- en el que el indicador de haz se obtiene de la decodificación de dicho canal físico del indicador de haz transmitido por dicha segunda estación base;

- c) enviar además, dicho terminal de usuario, dicho primer informe de interferencia a dicha primera estación base;
- d) crear, por al menos dicha primera estación base, con dicho primer informe de interferencia recibido un segundo informe de interferencia incluyendo al menos información de dicho terminal de usuario, de dicha segunda estación base y de dicho indicador de haz obtenido, actualizándose dicho segundo informe de interferencia dinámicamente, por ejemplo añadiendo o eliminando entradas en el segundo informe de interferencia, de acuerdo con la recepción de dicho primer informe de interferencia; y
- e) coordinar los recursos de tiempo y/o frecuencia, dicha primera estación base, entre su propio haz y el haz de dicha segunda estación base identificada en dicho segundo informe de interferencia, de modo que solo los haces que provocan interferencia están involucrados en el proceso de coordinación de haces.

El primer informe de interferencia de dicha etapa b) preferentemente se crea por todos los terminales de usuarios conectados a la primera estación base, incluyendo dicho primer informe de interferencia información con respecto a la identidad y el indicador de haz de cada una de las estaciones base interferentes.

En una realización, la segunda estación base también puede crear dicho segundo informe de interferencia basándose en el primer informe de interferencia recibido desde sus terminales de usuarios conectados.

El segundo informe de interferencia se crea como una opción preferida en forma de una tabla que incluye entradas con las relaciones de interferencias identificadas, conteniendo dichas entradas para un usuario interferido y una estación base interferente el indicador de haz relacionado. El indicador de haz preferentemente incluirá al menos un número o un conjunto de coordenadas en un sistema de coordenadas, y generalmente se protegerá con un codificador de canal para la detección mejorada y aleatorizada con una secuencia dependiente de la identidad de la célula para la diferenciación de células.

El primer informe de interferencia se puede enviar bien periódicamente cada cierto periodo de tiempo o bajo petición de dicha primera estación base y generalmente comprenderá un mensaje de control de Capa 3.

De acuerdo con un segundo aspecto se proporciona un sistema para la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos, que comprende como es común en el campo: al menos un terminal de usuario, al menos una primera estación base; y al menos una segunda estación base, en el que dicho al menos un terminal de usuario está conectado con dicha primera estación base y sufre interferencia desde dicha segunda estación base, estando equipadas dichas primera y segunda estaciones base con un gran número de antenas de modo que tienen capacidades de formación de haz avanzadas.

Al contrario de la propuesta conocida en el sistema del segundo aspecto:

- dichas estaciones base comprenden un primer medio configurado para transmitir un valor codificado correspondiente conocido como un indicador de haz a través de un canal físico del indicador de haz a todos los terminales de usuarios conectados al mismo. caracterizando dicho canal físico del indicador de haz el haz real en uso por dichas estaciones base para la transmisión hacia un usuario determinado, siendo dicho indicador de haz diferente para cada uno de dichos terminales de usuario conectados por medio del aprovechamiento de las capacidades de formación de haz en la célula;
- dicho al menos un terminal comprende:
 - o un primer medio configurado para la creación de un primer informe de interferencia que incluye al menos la identidad y el indicador de haz de dicha segunda estación base; y
 - o un segundo medio configurado para el envío de dicho primer informe de interferencia a dicha primera estación base; y
- dicha primera estación base comprende también:
 - o un segundo medio configurado para la creación con dicho primer informe de interferencia recibido un segundo informe de interferencia que incluye al menos información de dicho terminal de usuario y de dicha segunda estación base y su indicador de haz, actualizándose dicho segundo informe de interferencia dinámicamente de acuerdo con la recepción de dicho primer informe de interferencia; y
 - o un tercer medio configurado para la coordinación de los recursos del tiempo y/o la frecuencia entre su propio haz y el haz de dicha segunda estación base identificada en dicho segundo informe de interferencia, de modo que solo están involucrados los haces que provocan interferencia en el proceso de coordinación de haz.

En una realización, la segunda estación base comprende además un segundo medio configurado para crear dicho segundo informe de interferencia basado en el primer informe de interferencia recibido desde sus terminales de usuarios conectados.

La materia objeto descrita en este documento se puede implementar en software en combinación con hardware y/o firmware, o una combinación adecuada de los mismos. Por ejemplo, la materia objeto descrita en este documento se puede implementar en software ejecutado por un procesador.

De acuerdo con otro aspecto se proporciona un producto de programa de ordenador que comprende un medio legible por ordenador que comprende un código para provocar que al menos un ordenador reciba un primer informe de interferencia desde al menos un terminal de usuario, incluyendo dicho primer informe de interferencia la identidad y un indicador de haz de la estación base que provoca la interferencia a dicho terminal de usuario; crear y actualizar, con dicho primer informe de interferencia recibido, un segundo informe de interferencia que incluye al menos la información de dicho terminal de usuario, de la estación base que provoca la interferencia y de dicho indicador de haz; y coordinar, los recursos de tiempo y/o frecuencia con dicha estación base que provoca la interferencia considerando el haz identificado en dicho segundo informe de interferencia.

15 Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones, con referencia a los dibujos adjuntos, que se deben considerar en un modo ilustrativo y no limitativo, en los que:

- 20 La Figura 1 ilustra la invención propuesta para aliviar la interferencia entre células en un escenario de MIMO masivo.
- La Figura 2 ilustra un escenario con un usuario conectado a una estación base de MIMO masivo a través de un haz de servicio mientras que sufre la interferencia desde un haz de la célula interferente.
- 25 La Figura 3 ilustra el caso cuando un UE interferido detecta ambos indicadores de haz de servicio e interferente con la ayuda del canal físico del indicador de haz propuesto o PBICH, de acuerdo con una realización.
- La Figura 4 es un ejemplo de cómo los usuarios envían los primeros informes de interferencia o informes Automáticos de Relaciones de Interferencia a la estación base en servicio que contiene la identidad de la célula interferente y el indicador de haz de acuerdo con una realización.
- 30 La Figura 5 es un ejemplo de un segundo informe de interferencia o Tabla Automática de Relaciones de Interferencias generada en la estación base en servicio para la gestión de las relaciones de interferencia.
- La Figura 6 es un ejemplo de patrón de coordinación de tiempos entre dos células para la evitación de la interferencia que involucra a los dos haces.
- La Figura 7 es una ilustración de una posible estructura para el canal PBICH en la LTE.
- 35 La Figura 8 es un ejemplo de una posible operación de codificación para el canal PBICH.
- La Figura 9 ilustra una posible estructura del primer informe de interferencia o informe de la Relación Automática de Interferencias (AIR).
- La Figura 10 es una ilustración de un informe periódico / no periódico de los primeros informes de interferencia o informes de Relaciones de Interferencia Automática una vez solicitado desde la estación base.
- 40 La Figura 11 es una ilustración de la diferencia entre los sistemas tradicionales (donde las relaciones de interferencia son recíprocas) y los sistemas de MIMO masivos (donde los usuarios necesitan estar alineados con el haz interferente).
- La Figura 12 es un ejemplo de un posible esquema de coordinación de haces entre células basado en la partición del tiempo.
- 45 La Figura 13 es un ejemplo de un posible esquema de coordinación de haces entre células basado en la partición de frecuencias.
- La Figura 14 ilustra el escenario y el proceso para la realización de la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos de acuerdo con las diversas realizaciones de la presente invención.

50 Descripción detallada de la invención

En referencia a la Figura 1 se ilustra la idea básica para la invención propuesta, donde un usuario o un terminal de usuario (UE) se conecta a una primera estación base o estación base en servicio BSA que tiene un gran número de antenas en un despliegue MIMO masivo, mientras que al mismo tiempo experimenta una interferencia significativa desde al menos una segunda estación base BSB o estación base vecina que también tiene un gran número de antenas.

Se asume que ambas estaciones base en servicio BSA e interferente BSB tienen medios para etiquetar el haz real que se radia hacia un usuario pretendido, en forma de una numeración adecuada o coordenadas en cualquier sistema de coordenadas adecuado. Esta numeración de haces se puede basar en un conjunto discreto de posibilidades de acuerdo con los procedimientos específicos de formación de haz. También se asumirá que tanto las estaciones base en servicio BSA como las estaciones base interferentes BSB están conectadas a través de una interfaz directa entre ellas, tal como la interfaz X2 en los sistemas LTE, o cualquier otro medio similar destinado a facilitar el intercambio de información de control.

Los sitios de células llamadas de MIMO masivos en un sistema celular inalámbrico comprenden una estación base equipada con un gran número de antenas de transmisión. El número aumentado de antenas en las estaciones base permite una diversidad de técnicas avanzadas de formación de haz más allá de las capacidades de los sistemas de MIMO tradicionales. La formación de haz avanzada posibilita MIMO multiusuario mejorado generando un conjunto de haces estrechos, con una interferencia mínima o incluso idealmente nula desde otros haces en el sistema. La capacidad global de la célula por lo tanto se potencia abordando simultáneamente un gran número de usuarios en los mismos recursos de tiempo y frecuencia.

10 Sin embargo hay dos principales inconvenientes para tales sistemas de MIMO masivos con respecto a la interferencia:

- 15 ○ Los sistemas de MIMO masivos requieren un gran número de pilotos para que los usuarios estimen las características del canal como se ven por el receptor. Dado el gran número de antenas de transmisión, se tiene que insertar un gran número de señales piloto correspondientes dentro de las transmisiones normales para la estimación de canal. Los pilotos desde diferentes células en general no serán ortogonales ya que es necesaria alguna reutilización de los recursos de tiempo frecuencia. La llamada contaminación de los pilotos entre las células puede limitar por lo tanto el funcionamiento del sistema global [3].
- 20 ○ Aunque la formación de haz avanzada puede impulsar la relación de señal a ruido (SNR) de la señal de servicio en recepción, también puede aumentar el nivel de interferencia desde una célula vecina que apunta hacia otro usuario bajo la misma línea de visión que el usuario que se sirve. La interferencia por lo tanto se debe tratar apropiadamente.

25 Ambos fenómenos demandan alguna coordinación entre células que se extiende más allá de las soluciones actuales de mitigación de interferencia ideadas para los sistemas de MIMO no masivos, en concreto la eICIC basada en ABS y la eICIC basada en CA para el caso de la LTE Avanzada.

30 La Figura 2 muestra un posible escenario para la invención propuesta. Un usuario, UE A en la figura (localizado en el borde de la célula) recibe un nivel de señal significativo a través de un haz de servicio determinado, pero simultáneamente el usuario UE B desde una célula vecina también está recibiendo un nivel de señal potenciado desde un haz diferente (denominado como "haz interferente" en la figura). Como tanto el UE A como el UE B están alineados con respecto al último haz, actúa como una fuente de interferencia para el UE A y se degrada la recepción.

35 Para aliviar la interferencia, la presente invención propone un procedimiento dinámico para coordinar los haces entre células vecinas, basándose en la introducción de un nuevo canal de control físico para la detección de haz así como un procedimiento para la coordinación de recursos que involucra solo a los haces afectados. Otros usuarios no involucrados en la situación de interferencia no tendrán que compartir recursos con las otras células, contrariamente a la eICIC basada en ABS o la eICIC basada en CA en la LTE Avanzada donde a los macro usuarios solo se les permite usar una fracción de los recursos incluso si están localizados cerca de la estación base en servicio BSA.

Las principales características propuestas por la presente invención para la coordinación de haces entre células son:

- 45 - Introducción de un nuevo canal físico de control, denominado como Canal Físico del Indicador de Haz o PBICH, que transporta una indicación del haz real empleado hacia el usuario. Esta indicación puede consistir en un número, un par de números o una coordenada en cualquier sistema de coordenadas adecuado, siempre que pueda identificar sin ambigüedad el haz real en uso para cada uno de los usuarios. Al contrario que los canales de control de la técnica anterior, este canal también se beneficiará de los mismos procedimientos de formación de haz empleados para los canales de datos de tal modo que cada uno de los usuarios solo verá el indicador correspondiente a su haz real (y no los otros).

55 Cualquier estructura física para tal canal de control se considerará válida para el propósito de la presente invención, siempre que contenga un indicador no ambiguo para el haz en uso hacia cada uno de los usuarios. Esta invención considerará cualquier canal real con estas características como un canal PBICH adecuado.

60 El canal PBICH tendrá la propiedad de ser fácilmente decodificable por los usuarios (tanto desde la célula en servicio como desde las células adyacentes). Para este propósito, se puede difundir a través de los recursos del tiempo y/o la frecuencia para una diversidad mejorada, y aleatorizar con una semilla dependiente de la identidad de la célula física para la diferenciación de células. La Figura 3 representa esquemáticamente la razón fundamental para el canal PBICH propuesto. Con la ayuda de una operación de aleatorización dependiente de la identidad de la célula, el usuario puede distinguir los indicadores de haz procedentes de las diferentes células.

- Los usuarios conectados a una estación base en servicio determinada BSA y que sufren interferencia desde una estación base vecina BSB pueden decodificar el PBICH correspondiente a la célula interferente, dado que esta

identidad de célula se detecta anteriormente a través de cada canal de sincronización o de difusión. El usuario envía un primer informe de interferencia, por ejemplo un mensaje de control de Capa 3, a la estación base en servicio BSA que contiene la identidad de la estación base interferente así como el indicador del haz de la estación base interferente (o una lista adecuada si se detecta más de una célula interferente). Este mensaje de control puede ser un mensaje independiente o una parte de un mensaje de control existente (por ejemplo, parte de los informes de medición) y se denominará en adelante en este documento como el informe de Relaciones de Interferencia Automático (o AIR). La Figura 4 ilustra esquemáticamente la razón fundamental para los informes AIR propuestos. Los usuarios conectados a la estación base en servicio BSA enviarán los informes AIR que contienen las relaciones de interferencia detalladas con los haces específicos de las células vecinas. La detección de interferencia se puede basar en un umbral de señal determinado, una relación de señal a interferencia y ruido (SINR), o cualquier otra métrica adecuada en el receptor.

- La estación base en servicio BSA recogerá los informes de AIR de todos los usuarios y rellenará un segundo informe de interferencia preferentemente en forma de una tabla (denominada como Tabla de Relaciones de Interferencia Automática, o AIRT) que contiene múltiples entradas con las relaciones de interferencia identificadas. Cada una de las entradas correspondiente al usuario interferido I y la célula interferente J contendría el indicador de haz interferente B_{IJ} , como se ilustra en la Figura 5. Las filas corresponden a los usuarios de célula (estando cada uno servido por un haz diferente) y las columnas corresponden a las células interferentes. Si hay más de un indicador de haz interferente en la misma fila esto significa que tal usuario está sufriendo interferencia de varias células. Cada uno de los usuarios está asociado con un haz de servicio determinado de acuerdo con la partición de recursos en la estación base en servicio BSA.
- Después de rellenar la AIRT la estación base BSA tiene una imagen clara de qué células vecinas están realmente produciendo interferencia hacia un usuario determinado a través de un haz específico. A continuación, con la ayuda de alguna conexión directa con las células involucradas, la estación base BSA puede coordinar los recursos de tiempo/frecuencia entre sus haces en servicio y los haces interferentes identificados en la tabla. La coordinación se puede basar en el tiempo y/o la frecuencia, en el sentido de que los diferentes recursos de instantes de tiempo y/o de frecuencia se pueden usar por ambas células con respecto a los haces específicos en uso. Tal coordinación no impactaría en el resto de los haces y los usuarios (incluyendo los usuarios heredados), que plantean una ventaja sobre las soluciones de eCIC tradicionales en la LTE cuyas técnicas afectan a todos los usuarios en una célula. Esto se ilustra en la Figura 6, donde se representa un ejemplo de la coordinación de tiempo en la forma de un patrón de “activado/desactivado” acordado por los haces de las células de servicio e interferente. Otros patrones similares que involucran recursos de frecuencia también son igualmente válidos.

La Tabla de Relaciones de Interferencia Automática propuesta es fundamentalmente diferente de la función de la llamada Tabla de Relaciones de Vecinos Automática (ANRT) en la LTE. La ANRT se esfuerza en recoger las relaciones de los vecinos en un modo automático a través de informes de los terminales, y como tal estas relaciones vecinas son semi-estáticas (serán válidas a menos que una estación base se apague o se cambie su potencia de transmisión) y se refiere a la transmisión en toda la célula. En cambio, las relaciones de interferencia en esta propuesta negocian con el término más general de interferencia instantánea producida por un haz interferente particular sobre el usuario, debido a las capacidades de formación de haz de las estaciones base de MIMO masivo. Mientras que la ANRT puede detectar una única relación de vecinos sobre un largo periodo, la AIRT propuesta detectará cero, una o múltiples relaciones de interferencia para la misma célula vecina de acuerdo con los haces de células vecinas en uso. Como esta interferencia depende en general de la localización del usuario víctima, la estación base agresora y sus capacidades de formación de haz, la AIRT será mucho más dinámica y tendrá una resolución mucho mayor que la ANRT.

Para que las técnicas de formación de haz sean efectivas, los usuarios en los sistemas MIMO masivos estarán en condiciones casi estáticas ya que la estación base intentará seguir la localización de los usuarios en la célula. Cualquier interferencia de una célula adyacente se percibirá por lo tanto sobre un periodo significativo en el tiempo. Esto deja suficiente tiempo para la detección de la AIR y la información desde cualquier usuario víctima.

En referencia a la Figura 7 se ilustra una posible estructura para el canal PBICH propuesto, para el caso de un sistema inalámbrico de Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales (OFDM) como la LTE. Cualquier técnica de multiplexación subyacente distinta de la OFDM requeriría una estructura diferente para el PBICH, pero las ideas fundamentales que sustentan este diseño se mantendrían.

Como se ve en la Figura 7, y la siguiente terminología de la LTE, la estructura física del PBICH generalmente comprende varios Elementos de Recursos (RE) dispersos a través de todo el ancho de banda del sistema, y hasta tres símbolos de OFDM en el dominio del tiempo. Cada uno de los RE contiene un símbolo QPSK complejo de acuerdo con los procesos de codificación y de aleatorización que se pueden definir para el PBICH antes de su transmisión. El número de símbolos de OFDM sobre los que se extiende el PBICH dependería del número de símbolos de OFDM reservados para el Canal Físico de Control del Enlace Descendente (PDCCH), con el que se multiplexaría este canal, de acuerdo con la carga de tráfico en la célula. Los RE reservados para el PBICH no se usarían para la transmisión de cualquier otro canal de control, incluyendo el Canal Físico del Indicador del Formato de Control (PCFICH) y el Canal Físico Indicador de HARQ (PHICH). Por lo tanto la asignación de estos canales se

debería cambiar en consecuencia, y también debido a las razones explicadas más adelante.

Un punto importante en los sistemas MIMO masivos procede del hecho de que es posible la reutilización significativa de los recursos del tiempo y la frecuencia para los canales de control, evitando por lo tanto la multiplexación compleja de los mensajes de control. Como ejemplo, el PDCCH en la LTE dirige múltiples mensajes de control dirigiendo cada uno un usuario diferente en una subtrama determinada, multiplexada en tiempo y en frecuencia, dando como resultado de este modo espacios de búsqueda complejos para la detección como se trata por Sesia et al. [5]. Esto puede comprometer la capacidad de la célula especialmente en sistemas de bajos anchos de banda, donde la escasez de recursos disponibles para el PDCCH puede limitar el número de usuarios a dirigir en un evento de subtrama incluso si hay aún suficiente capacidad de datos. Por el contrario, la formación de haz avanzada posibilitada por el MIMO masivo permite separar espacialmente los canales de control dedicados destinados a los diferentes usuarios. Esto extiende la capacidad de los canales de control por un factor igual al número de usuarios tratados simultáneamente, en contraste con los sistemas tradicionales donde la capacidad del canal de control es un resultado del diseño del sistema global. Por lo tanto, los canales de control se pueden hacer más fiables ocupando una mayor fracción de los recursos de tiempo/frecuencia. El PBICH se puede extender de este modo sobre un número de elementos de recursos mucho mayor que de otro modo los disponibles en los sistemas LTE tradicionales, dado que ambos PDCCH y PHICH pueden presentar diferentes contenidos para los diferentes usuarios mientras que se dispersan a través de todo el ancho de banda del sistema.

El PBICH comprendería un indicador de haz determinado por un número (o número entero) o un conjunto de coordenadas en un sistema de coordenadas (o un par de números enteros en cualquier formato adecuado). El indicador de haz se puede referir a una de un conjunto discreto de posibilidades de acuerdo con las capacidades de las redes de antenas, o cualquier otra indicación adecuada. Para mejorar la detección los contenidos de este canal se pueden codificar con un código de canal robusto (tal como el Código de Repetición, el código Reed-Muller o cualesquiera otros códigos similares) y difundirse sobre el ancho de banda del sistema para una diversidad aumentada. También se aleatorizará con una secuencia compleja dependiente de la identidad de célula para la diferenciación de células. Esta operación de aleatorización se puede basar en una multiplicación compleja por un código Gold [5] o cualquier otra operación similar que permita la diferenciación de células en el receptor.

La Figura 8 ilustra un ejemplo de posibles operaciones de codificación y aleatorización para el PBICH. El indicador de haz antes de la codificación del canal tiene N_{BI} bits y pasa a través de un codificador de canal que lo transforma en una palabra de código de longitud N'_{BI} bits ($> N_{BI}$). Después de esto, la aleatorización compleja con una secuencia dependiente de la identidad de célula lo transforma en N''_{BI} símbolos complejos de QPSK. Finalmente, la asignación apropiada sobre elementos de recursos da como resultado RE específicos que contienen los símbolos PBICH codificados y se dispersan sobre el ancho de banda del sistema a lo largo de varios símbolos de OFDM.

Un ejemplo de tasa de codificación del canal 1/2 se muestra en la figura (con bits arbitrarios) así como una operación de aleatorización con símbolos QPSK arbitrarios, considerando una longitud del indicador de haz de 9 bits que cubre de este modo hasta 512 haces diferentes.

La posible estructura para el canal PBICH descrito anteriormente representa solo un ejemplo adecuado para un sistema como la LTE, pero las ideas fundamentales se pueden aplicar igualmente a otros sistemas inalámbricos cambiando los detalles de implementación para los detalles específicos de la estructura de la trama de radio real.

La Figura 9 muestra esquemáticamente la estructura propuesta para los informes de Relaciones de Interferencia Automática. El esquema propuesto no excluye ninguna otra estructura similar siempre que conduzcan la información requerida por la presente invención.

Como se muestra en la Figura 9, el conjunto mínimo de contenidos para el informe AIR para cada una de las células interferentes como se ve por los terminales será:

- La identidad de la célula interferente, como se adquiere por el usuario a través de la decodificación del canal correspondiente de sincronización o de difusión, tal como el PBCH o las Señales de Sincronización Primaria/Secundaria (PSS/SSS) en la LTE. Tal información se puede adquirir fácilmente sincronizando brevemente con la célula interferente y detectando la Identidad Física de la Célula (PCI).
- El indicador del haz de la célula interferente, como se contiene en el canal PBICH correspondiente. La decodificación de la información requiere que el usuario, una vez sincronizado con la señal de la célula interferente, detecte las señales piloto o de referencia apropiadas para la estimación del canal e igualar la señal recibida antes de decodificar el PBICH.

El informe de AIR se puede enviar periódicamente por los terminales, o enviarse en un modo no periódico bajo petición desde la estación base (en la forma de un mensaje independiente o como parte de un mensaje de control existente). Los usuarios en sistemas de MIMO masivos se supone que no están en condiciones de movimiento rápido, y la interferencia desde un haz de la célula vecina debería ser lo suficientemente persistente para que el

usuario víctima tenga suficiente tiempo para adquirir la identidad de la célula interferente y decodificar el canal PBICH. Esto se ejemplifica en la Figura 10, donde la estación base puede solicitar informes AIR periódicos o no periódicos y de acuerdo con estos informes añadirá o eliminará relaciones de interferencia en la AIRT. Si un usuario determinado no detecta interferencia significativa de otras células, esto se señalará específicamente en el informe (por un identificador reservado u otros medios adecuados).

La interferencia aumentada generalmente activará las mediciones de las células vecinas como parte de los procedimientos normales para la re-selección de célula y transferencia [5]. En la LTE estas mediciones involucran la adquisición de las identidades de las células vecinas y, si se soporta la ANR, también decodificará el PBCH para adquirir el Identificador Global de Célula de E-UTRAN (ECGI). El esquema propuesto se basa en los mismos procedimientos para adquirir la identidad de célula y (adicionalmente) el indicador del haz de la célula interferente a través de la decodificación del PBICH. Otros sistemas distintos de la LTE prevén procedimientos similares para las mediciones de las células vecinas como los involucrados para el informe de AIR en la presente invención.

Como se ha explicado anteriormente, con la ayuda de los informes AIR recogidos de todos los usuarios en una célula la estación base BSA rellena la tabla o AIRT, cuyas entradas corresponden a las relaciones interferentes entre un usuario determinado y un haz específico en una célula interferente BSB. De acuerdo con la Figura 5, los contenidos para las entradas de la AIRT preferentemente serán los siguientes:

- Usuario víctima (representado por una fila adecuada en la tabla): contiene un identificador de usuario adecuado, tal como el Identificador Temporal de la Red de Radio de la Célula de la LTE (C-RNTI) o el indicador de haz en uso para ese usuario, pero sin excluir otros.
- Célula Interferente o agresora (representada por una columna adecuada en la tabla): contiene la identidad de célula física, de la célula que crea la interferencia hacia el usuario víctima.
- Indicador del haz interferente o agresor (representado por un contenido no nulo en un elemento predeterminado de la tabla): contiene el indicador de haz como se lee por el usuario cuando se detecta una interferencia significativa desde la célula agresora.

Estas relaciones de interferencia no son bidireccionales, en el sentido de que si una célula vecina provoca interferencia a un usuario determinado en la célula, tal célula no necesariamente provocará interferencia a los usuarios en la primera célula. Esto es una ventaja de la formación selectiva de haz en comparación con los esquemas tradicionales donde las relaciones de interferencia son recíprocas, es decir, si la célula A interfiere a la célula B en algunos puntos, la célula B en general interferirá a la célula A en algunos otros puntos. Esto se ilustra en la Figura 11, donde los dispositivos en los sistemas tradicionales (parte superior de la figura) siempre sufren la interferencia de las células vecinas en los bordes de la célula, mientras que los sistemas de MIMO masivos (en la parte inferior) requieren que el usuario, un usuario de la célula vecina y el haz de la célula vecina estén todos alineados.

Como se ve en la Figura 11, los sistemas de MIMO masivos se benefician de un aislamiento aumentado debido a la formación de haz, pero si el UE A, el UE B y el haz interferente están todos alineados probablemente aparecerá la interferencia. Esto se puede mitigar parcialmente con la formación de haz adecuada en el plano vertical, pero en general se requiere alguna clase de coordinación entre células como se propone en la presente invención.

Con la ayuda de la AIRT la estación base BSA puede realizar estrategias de mitigación de la interferencia específica hacia los haces de las células agresoras identificadas en la AIRT. Si la célula en servicio tiene una interfaz directa con una célula agresora determinada, será fácil intercambiar información entre ambas células para coordinar los recursos de tiempo y/o frecuencia correspondientes a los haces afectados.

La Figura 12 ilustra un posible esquema de coordinación de haces entre células. Los haces correspondientes a las células A y B se intercalan en el dominio del tiempo de tal modo que cuando el haz de la célula A está activo, la célula B no está transmitiendo y viceversa. Esto requiere que ambas células estén sincronizadas en fase. La figura también muestra los contenidos de frecuencia para los dos haces ilustrando que todos los Elementos de Recursos se pueden poner en blanco en las subtramas protegidas evitando por lo tanto la interferencia hacia el usuario víctima.

Esta posibilidad difiere de las llamadas Subtramas Casi en Blanco en la LTE-Avanzada en que solo los haces involucrados en la entrada de AIRT correspondiente estarán coordinados, en oposición a la ABS donde se activa o desactiva toda la subtrama (excepto para los canales de control heredados). Ambas células notificarán entre ellas el patrón de los haces blanqueados usados. Se ha de observar que, al contrario que la ABS donde algunos canales de control en la subtrama necesitan transmitirse (para el soporte de los terminales heredados), los haces en esta invención se pueden desactivar completamente ya que se destinan para un usuario específico y no para los terminales heredados.

Otro esquema de coordinación posible, como se muestra en la Figura 13, comprende la asignación de partes no

solapantes del espectro para ambos usuarios en los haces afectados. Como en el caso anterior, otros usuarios no estarían afectados por este esquema de coordinación que representa una ventaja sobre los esquemas de ICIC y eICIC tradicionales. La potencia de transmisión no se activa ni se desactiva en este caso, sino que las regiones de frecuencia no se solapan para los haces involucrados. Esta solución no requiere que las estaciones base estén sincronizadas en fase.

También se puede idear una mezcla adecuada de ambas estrategias.

Después de la coordinación, los canales de control correspondientes informarán a los usuarios acerca de los recursos a usar de acuerdo con el esquema de coordinación, posibilitando de este modo que los terminales monitoricen los recursos apropiados de tiempo/frecuencia bajo su haz correspondiente.

También se pueden idear otras estrategias de coordinación similares de acuerdo con las necesidades de implementación, sin apartarse de las ideas descritas en esta invención.

En referencia a la Figura 14 se ilustra una realización particular de la presente invención. El bloque 141 representa la Estación Base A, que para el propósito de la realización propuesta actúa como una célula en servicio para el equipo de usuario (bloque 142). Ambas Estaciones Base (BSA en servicio y BSB interferente) tienen capacidades MIMO masivas consiguiendo por lo tanto la formación de haz individual avanzada hacia los usuarios conectados. Simultáneamente, la Estación Base B (bloque 143) representa una interferencia significativa para el UE. Ambos haces de servicio e interferente transportan indicadores de haz adecuados a través del canal PBICH, por lo que el UE puede detectar los indicadores de haz interferente en el bloque 146. La BSA puede solicitar a los UE que envíen informes de la Relación de Interferencias Automático (AIR) adecuada en un modo periódico o no periódico, y el bloque 147 en el UE construye tales informes y los envía a la estación base en servicio BSA. Los informes AIR incluirán la lista de identidades de las células interferentes así como los indicadores de haz. La BSA recibe los informes de AIR desde todos los usuarios conectados y construye una Tabla de Relaciones de Interferencia Automática (AIRT) a través del bloque 145, por la cual, identificará las células adecuadas para la coordinación de recursos. Por medio de una interfaz directa con la BSB, la BSA coordinará los recursos de tiempo y/o frecuencia a través del bloque 144 con respecto a los haces identificados en la AIRT. La BSB coordinará los recursos con la BSA (así como con las otras estaciones base) a través del bloque 148, y también construirá su propia AIRT a través del bloque 149 de acuerdo con los informes de AIR recibidos desde sus propios usuarios conectados. De este modo es posible la coordinación con múltiples células de acuerdo con los contenidos de la tabla de AIRT.

La presente invención aprovecha las posibilidades de la formación de haz avanzada en los sistemas inalámbricos MIMO masivos permitiendo la coordinación de haces entre las células vecinas. Se introduce un nuevo canal físico con el propósito de contener un indicador de haz adecuado, con la propiedad de transportar diferente información de haz para cada uno de los usuarios por medio de la separación espacial proporcionada por la formación de haz. Con este nuevo canal, se propone un procedimiento para la recogida de las relaciones de interferencia por los terminales y la información de las mismas a la estación base, extendiendo de este modo las relaciones de vecinos tradicionales (tal como la ANR en la LTE) a unas relaciones de interferencia más dinámicas que tratan individualmente con los haces interferentes. Con esta información las células víctima y agresora pueden coordinar sus recursos sobre la base de cada haz, ajustando ambos recursos de tiempo y/o frecuencia con objeto de evitar las colisiones entre los haces de servicio e interferente.

Uno de los inconvenientes de los sistemas MIMO masivos es la contaminación resultante del piloto y/o la señal que puede surgir si los haces de células adyacentes no están coordinados, dando lugar de este modo a que surja una interferencia significativa aumentada por el proceso de formación de haz. La introducción de los informes de AIR reportan información dinámica de la interferencia entre células desde haces específicos, que se puede aliviar por los esquemas de coordinación adecuados entre las células y haces afectados. El alivio de la interferencia entre células, además de las ganancias de formación de haz, puede potenciar la capacidad de los sistemas de MIMO masivos en el mismo orden de magnitud que la proporción entre el número de antenas en el MIMO masivo con respecto a los sistemas de MIMO tradicionales.

El canal propuesto que contiene el indicador de haz puede beneficiarse del proceso de formación de haz, por lo que idealmente no hay interferencia presente de los otros haces. En contraste con los sistemas tradicionales, donde los datos de control dedicados correspondientes a los múltiples usuarios se multiplexan en tiempo y/o frecuencia, el canal físico propuesto del indicador de haz puede disfrutar de una mayor ganancia de diversidad por la difusión sobre todos los recursos sin incurrir en interferencia. Esto facilita la detección del haz del agresor sin necesidad de soportar complicados espacios de búsqueda como en la LTE Avanzada.

El establecimiento y liberación de entradas de AIR en una tabla adecuada permite la coordinación dinámica de recursos entre células en un modo más efectivo que el que pueden hacer las soluciones de coordinación entre células tradicionales. Esto puede materializar las ganancias de capacidad promedio teóricas por unidad de célula previstas para los MIMOS masivos en comparación con los sistemas de MIMO tradicionales, que afirman ser de

varios órdenes de magnitud si no aparecen problemas de interferencia.

El alcance de la presente invención se define en el siguiente conjunto de reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos, en el que al menos un terminal de usuario (142) conectado con al menos una primera estación base (141) sufre interferencia de al menos una segunda estación base (143), comprendiendo dichas primera y segunda estaciones base (141 y 143) capacidades de formación de haz avanzadas por medio de la inclusión de un gran número de antenas, conformando dichas capacidades de formación de haz un patrón de radiación hacia los usuarios conectados de acuerdo con un conjunto discreto de posibilidades de formación de haz, estando el método **caracterizado por que** comprende:
- 5 a) transmitir, por cada una de dichas estaciones base (141 y 143), un valor codificado correspondiente conocido como indicador de haz a través de un canal físico del indicador de haz a todos los terminales de usuario (142) conectados a las mismas,
- 10 - en el que dicho canal físico del indicador de haz caracteriza el haz real en uso por dichas estaciones base (141 y 143) para la transmisión hacia un usuario determinado,
- 15 - en el que dicho indicador de haz es diferente para cada uno de dichos terminales de usuario conectados (142) por medio del aprovechamiento de las capacidades de formación de haz en una célula a través de la coordinación de haces entre células vecinas;
- 20 b) crear, por dicho al menos un terminal de usuario (142), un primer informe de interferencia incluyendo al menos la identidad y el indicador de haz de dicha segunda estación base (143),
- 25 - en el que dicha identidad se adquiere decodificando un canal de sincronización o de difusión correspondiente; y
- en el que el indicador de haz se obtiene de la decodificación de dicho canal físico del indicador de haz transmitido por dicha segunda estación base (143);
- c) enviar además, por dicho terminal de usuario (142), dicho primer informe de interferencia a dicha primera estación base (141);
- 30 d) crear, por al menos dicha primera estación base (141), con dicho primer informe de interferencia recibido un segundo informe de interferencia incluyendo al menos la información de dicho terminal de usuario (142), de dicha segunda estación base (143) y de dicho indicador de haz obtenido, actualizándose dinámicamente dicho segundo informe de interferencia, por ejemplo, añadiendo o eliminando entradas en el segundo informe de interferencia de acuerdo con la recepción de dicho primer informe de interferencia; y
- 35 e) coordinar los recursos de tiempo y/o frecuencia, por dicha primera estación base (141), entre su propio haz y el haz de dicha segunda estación base (143) identificada en dicho segundo informe de interferencia, de modo que solo los haces que provocan interferencia están involucrados en la coordinación de haces entre células vecinas.
- 40 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende la creación de dicho primer informe de interferencia de dicha etapa b) por todos los terminales de usuario (142) conectados a dicha primera estación base (141), incluyendo dicho primer informe de interferencia información con respecto a la identidad y el indicador de haz de cada una de las estaciones base interferentes.
- 45 3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha segunda estación base (143) comprende además la creación de dicho segundo informe de interferencia basándose en el primer informe de interferencia recibido desde sus terminales de usuario conectados (142).
4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer informe de interferencia se envía bien periódicamente cada cierto periodo de tiempo o bajo petición de dicha primera estación base (141).
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer informe de interferencia comprende un mensaje de control de la Capa 3.
- 55 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho mensaje de control de la Capa 3 se envía como un mensaje único o como una parte de un mensaje de control existente.
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho segundo informe de interferencia se crea por dicha primera estación base (141) en la forma de una tabla.
- 60 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha tabla comprende entradas con las relaciones de interferencia identificadas, conteniendo dichas entradas el indicador de haz relacionado para un usuario interferido y una estación base interferente.

9. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho indicador de haz comprende al menos un número o un conjunto de coordenadas en un sistema de coordenadas.
- 5 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho indicador de haz se protege con un codificador de canal para una detección mejorada y se aleatoriza con una secuencia dependiente de la identidad de la célula para la diferenciación de células.
- 10 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha actualización dinámica comprende la adición o eliminación de entradas en el segundo informe de interferencia.
12. Un sistema para la coordinación de haces entre estaciones base en sistemas celulares inalámbricos, que comprende:
- 15 - al menos un terminal de usuario (142);
 - al menos una primera estación base (141); y
 - al menos una segunda estación base (143);
- 20 en el que dicho al menos un terminal de usuario (142) está conectado a dicha primera estación base (141) y sufre interferencia desde dicha segunda estación base (143), estando equipadas dichas primera y segunda estaciones base (141 y 143) con un mayor número de antenas de modo que comprenden capacidades de formación de haz avanzadas, **caracterizado por que:**
- 25 - dichas estaciones base (141 y 143) comprenden un primer medio configurado para transmitir un valor codificado correspondiente conocido como un indicador de haz a través de un canal físico del indicador de haz a todos los terminales de usuario (142) conectados a las mismas, caracterizando dicho canal físico del indicador de haz, el haz real en uso por dichas estaciones base (141 y 143) para la transmisión hacia un usuario determinado,
- 30 siendo dicho indicador de haz diferente para cada uno de dichos terminales de usuarios conectados (142) por medio del aprovechamiento de las capacidades de formación de haz en una célula a través de la coordinación de haces entre células vecinas;
 - dicho al menos un terminal de usuario (142) comprende:
- 35 ○ un primer medio configurado para la creación de un primer informe de interferencia incluyendo al menos la identidad y el indicador de haz de dicha segunda estación base (143), y
 ○ un segundo medio configurado para enviar dicho primer informe de interferencia a dicha primera estación base (141); y
- 40 - dicha primera estación base (141) comprende además:
- un segundo medio configurado para crear con dicho primer informe de interferencia recibido un segundo informe de interferencia que incluye al menos información de dicho terminal de usuario (142) y de dicha segunda estación base (141) y su indicador de haz, actualizándose dinámicamente dicho segundo informe de interferencia de acuerdo con la recepción de dicho primer informe de interferencia; y
- 45 ○ un tercer medio configurado para coordinar los recursos de tiempo y/o frecuencia entre su propio haz y el haz de dicha segunda estación base (143) identificada en dicho segundo informe de interferencia, de modo que solo los haces que provocan interferencia están involucrados en la coordinación de haces entre células vecinas.
- 50 13. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha segunda estación base (143) comprende además un segundo medio configurado para la creación de dicho segundo informe de interferencia basado en el primer informe de interferencia recibido desde sus terminales de usuario conectados (142).

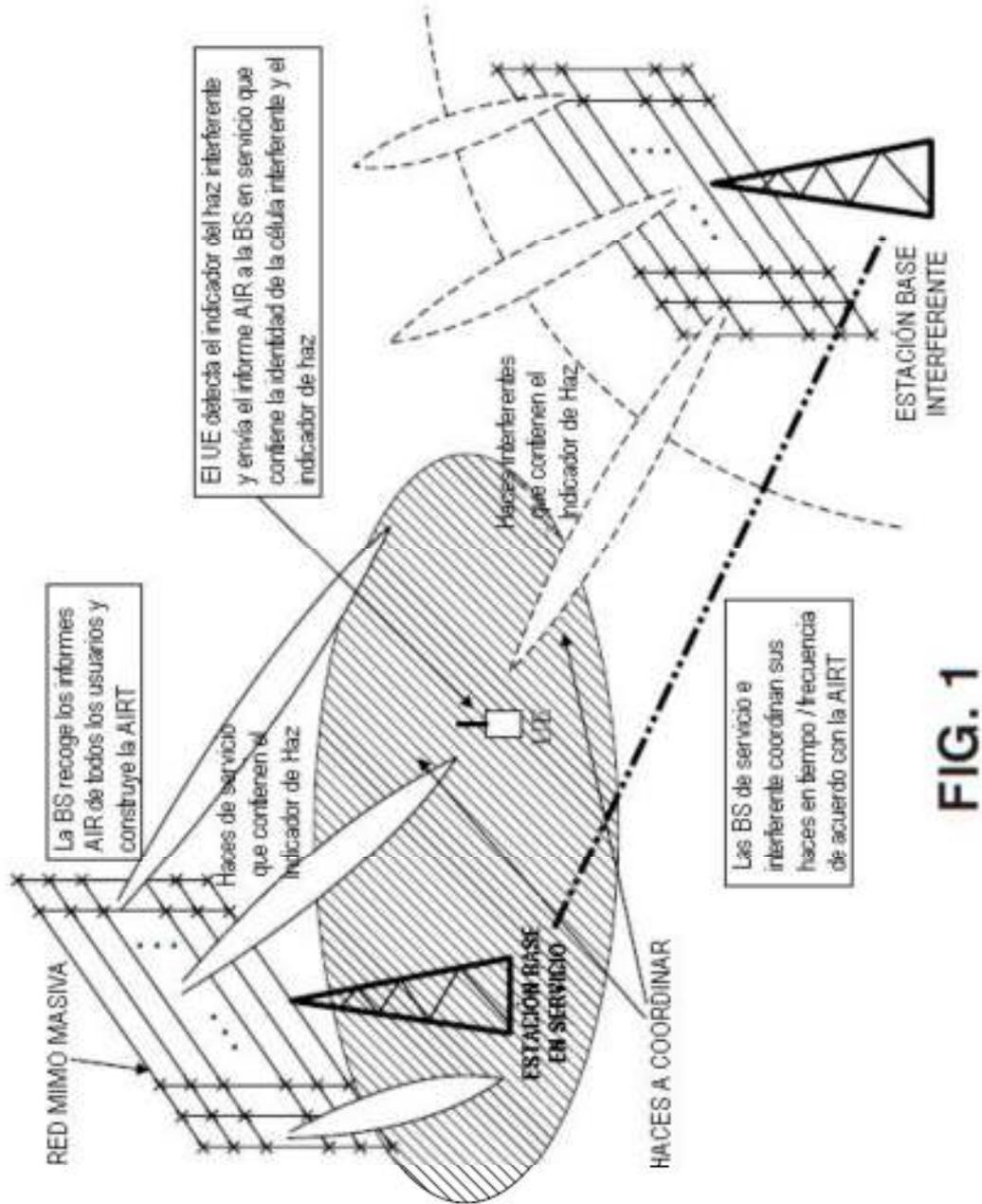


FIG. 1

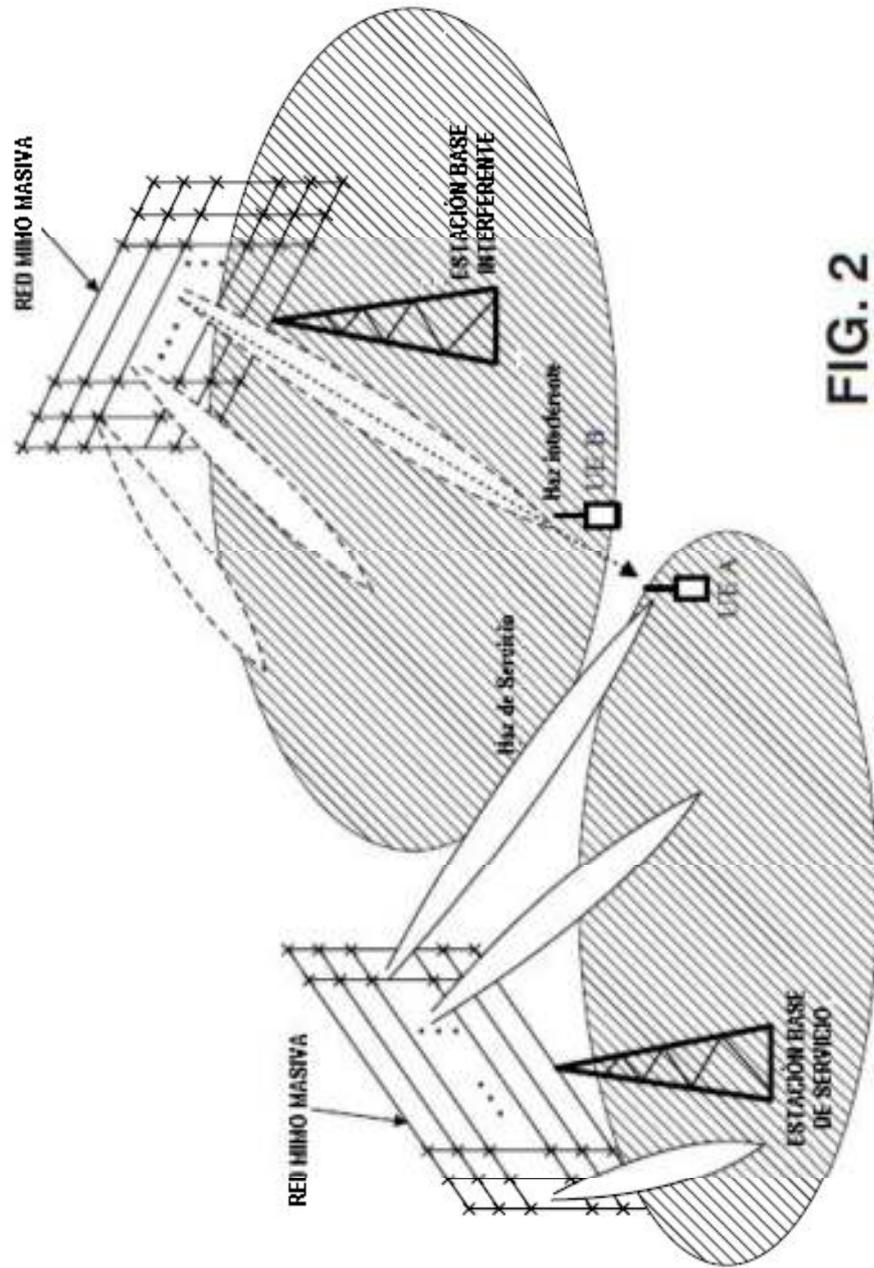


FIG. 2

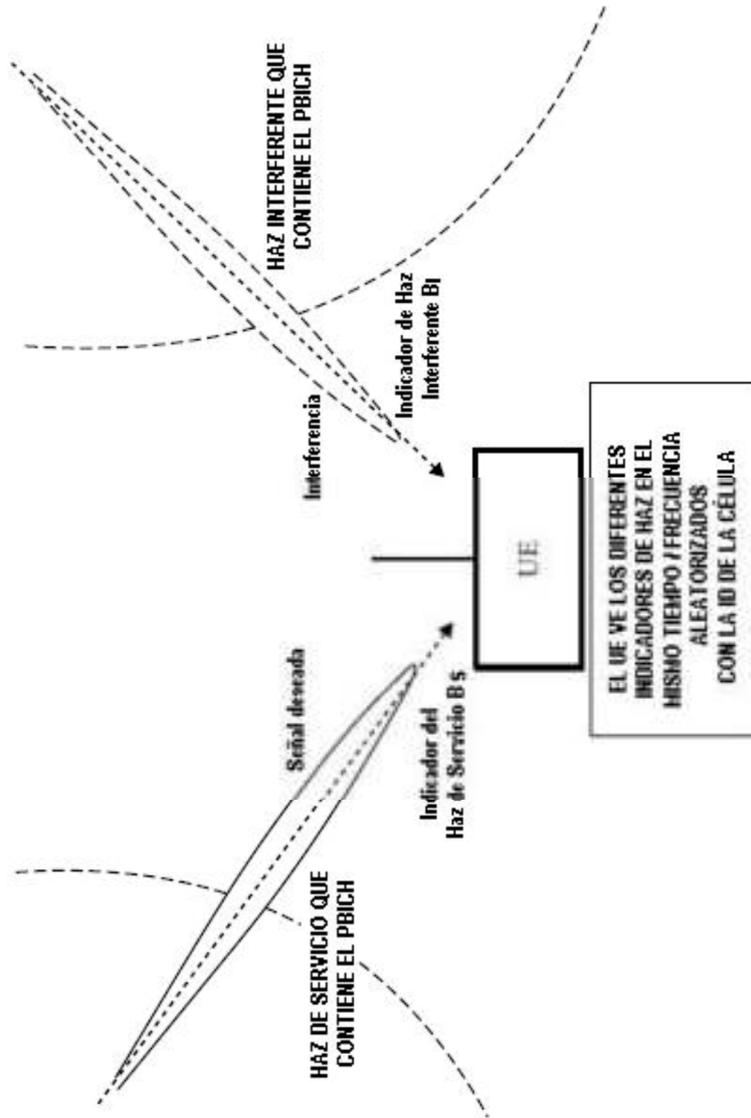


FIG. 3

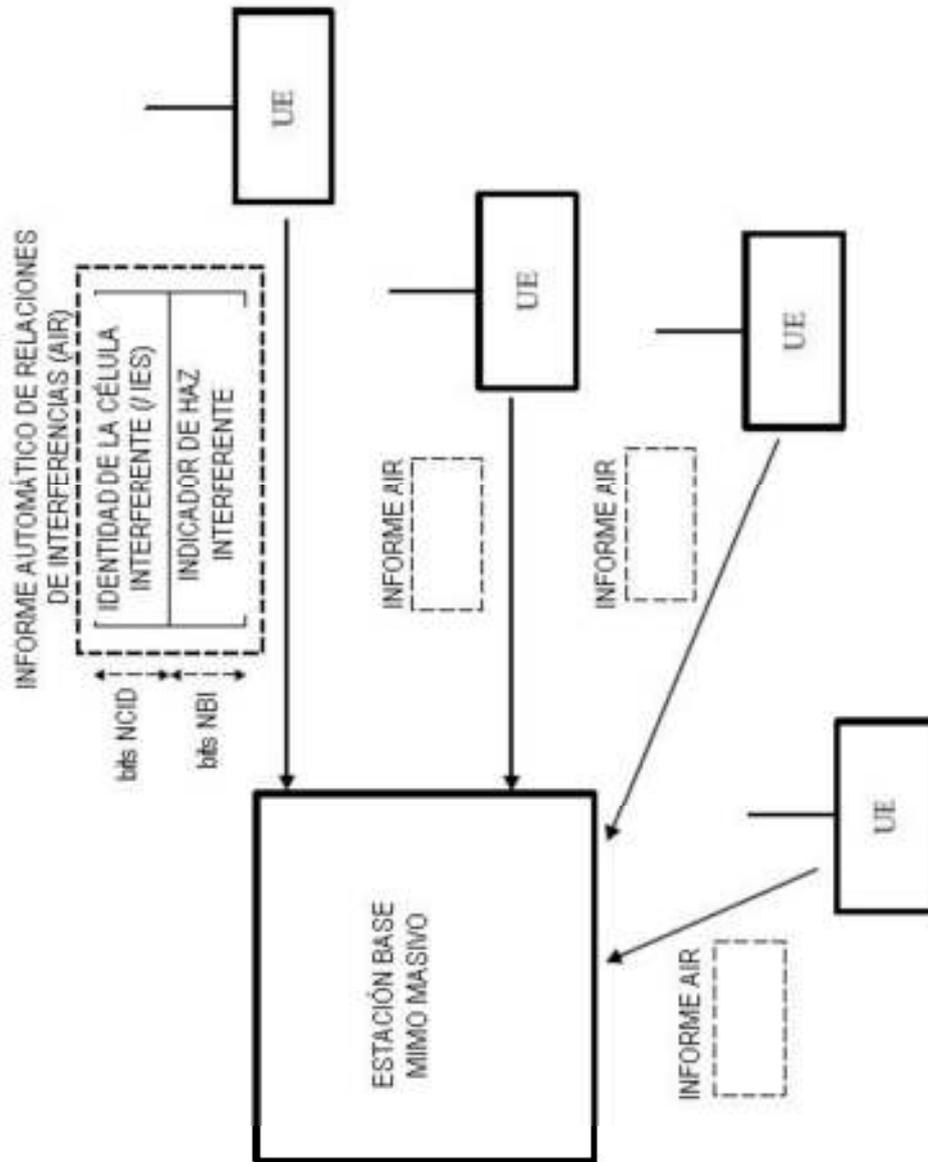


FIG. 4

INDICADOR DE HAZ BIJ DESDE LA CÉLULA INTERFERENTE J AL USUARIO I

	Célula Nº 1	Célula Nº 2		Célula Nº N
Usuario Nº 1	BI_{11}	BI_{12}	BI_{13}	BI_{1N}
Usuario Nº 2	BI_{21}	BI_{22}	BI_{23}	BI_{2N}
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Usuario Nº M	BI_{M1}	BI_{M2}	BI_{M3}	BI_{MN}

TABLA AUTOMÁTICA DE RELACIONES DE INTERFERENCIA (AIRT)

FIG. 5

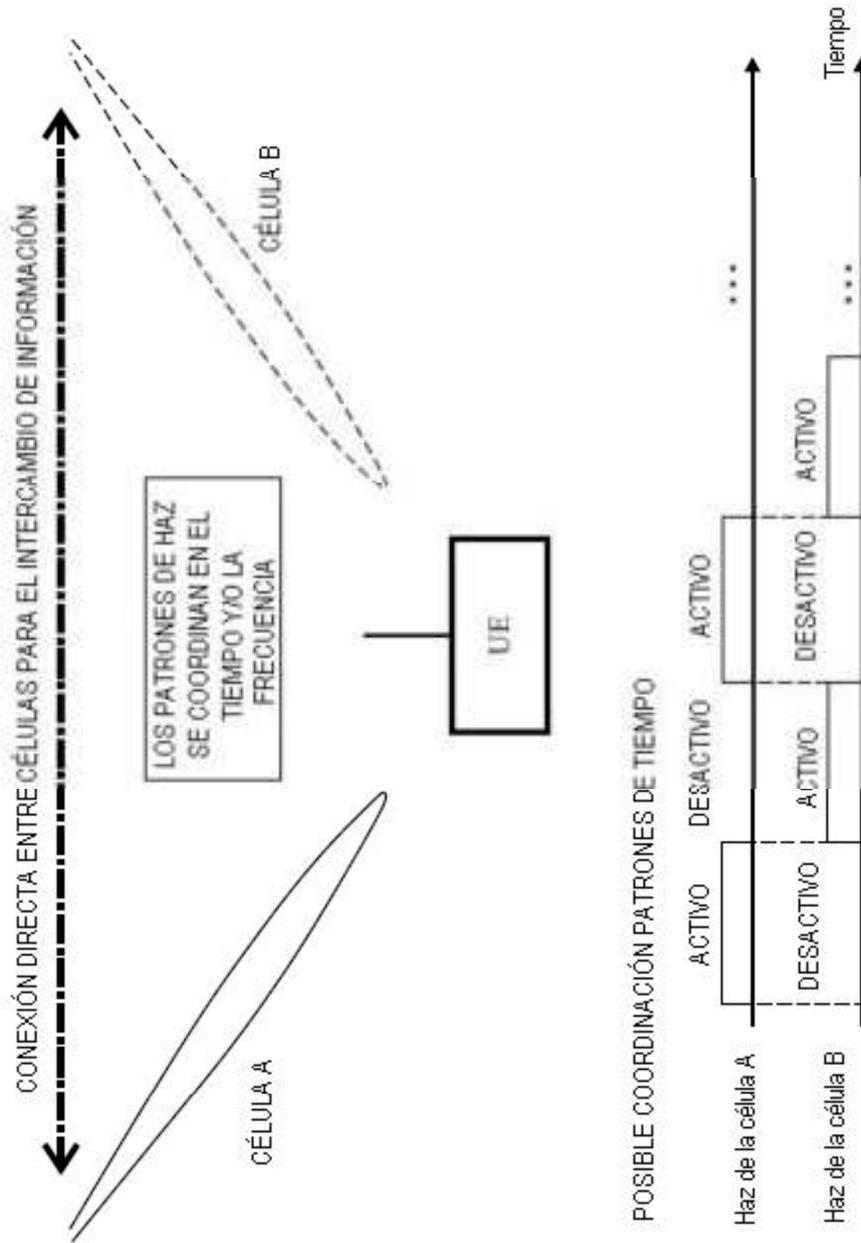


FIG. 6

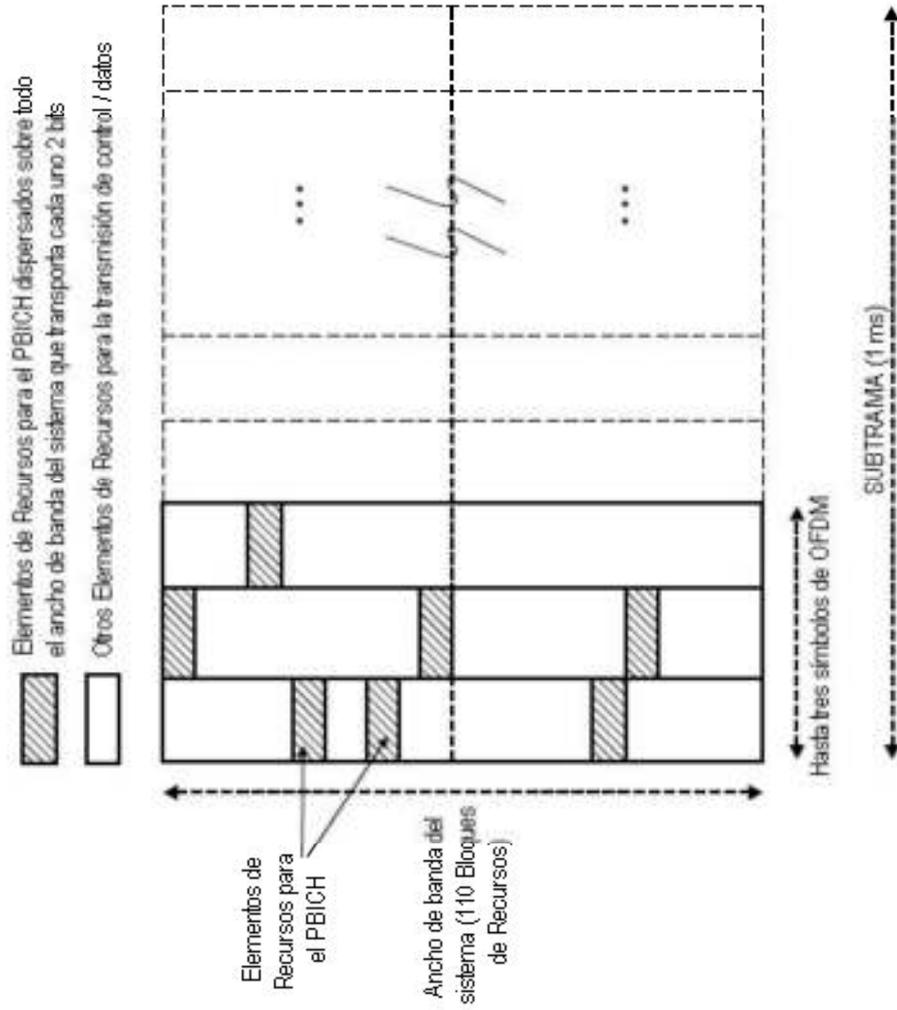


FIG. 7

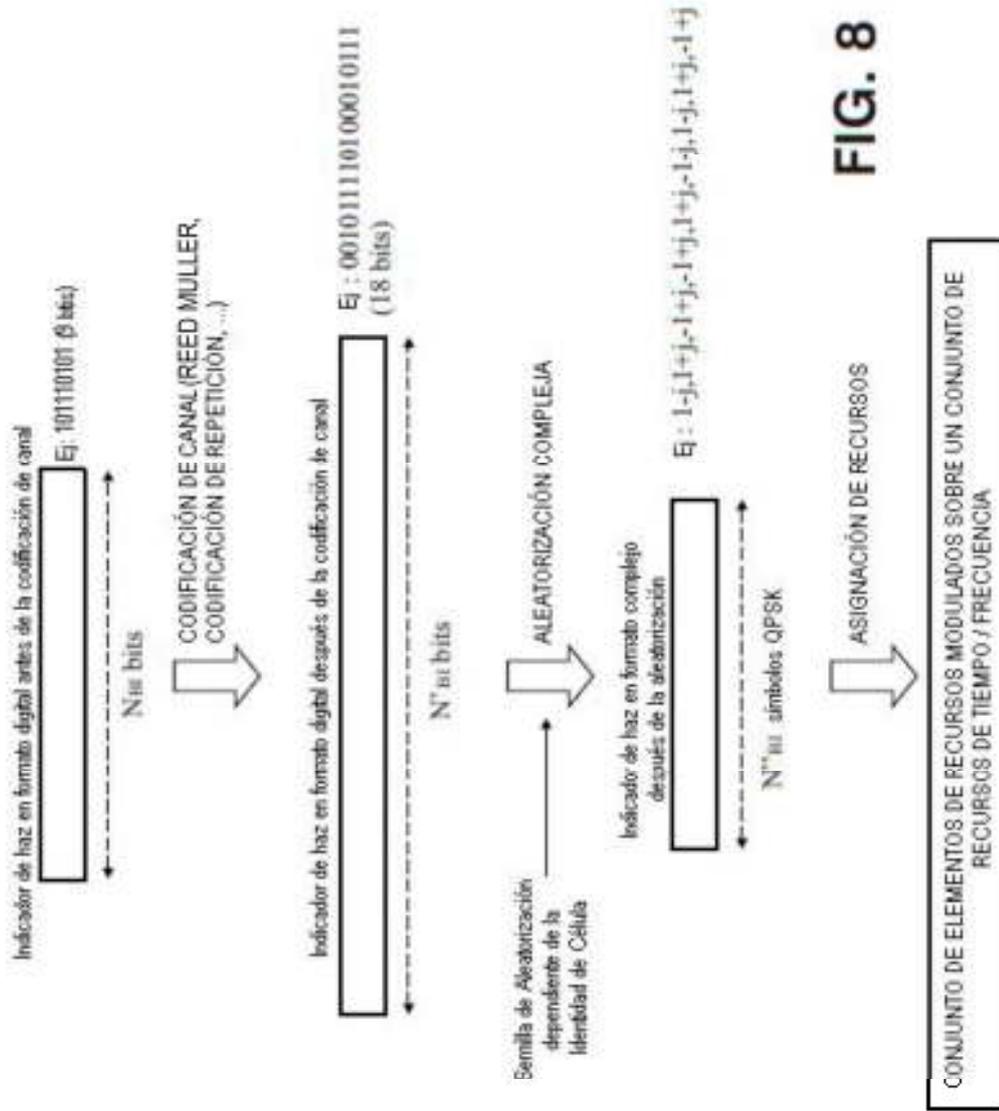


FIG. 8

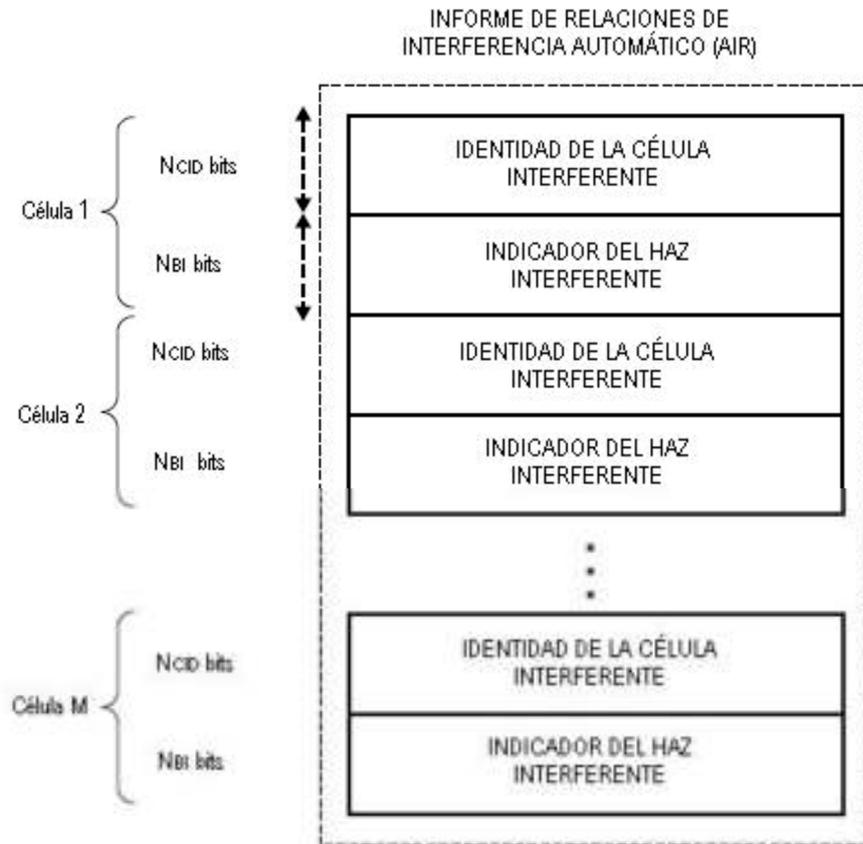


FIG. 9

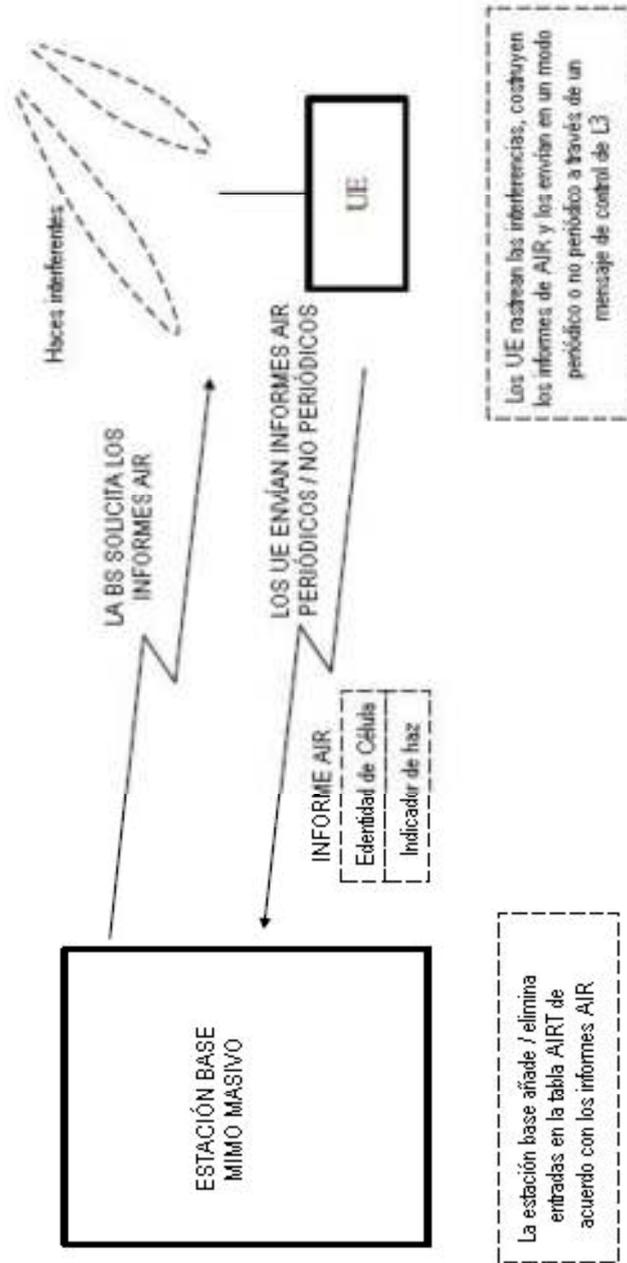


FIG. 10

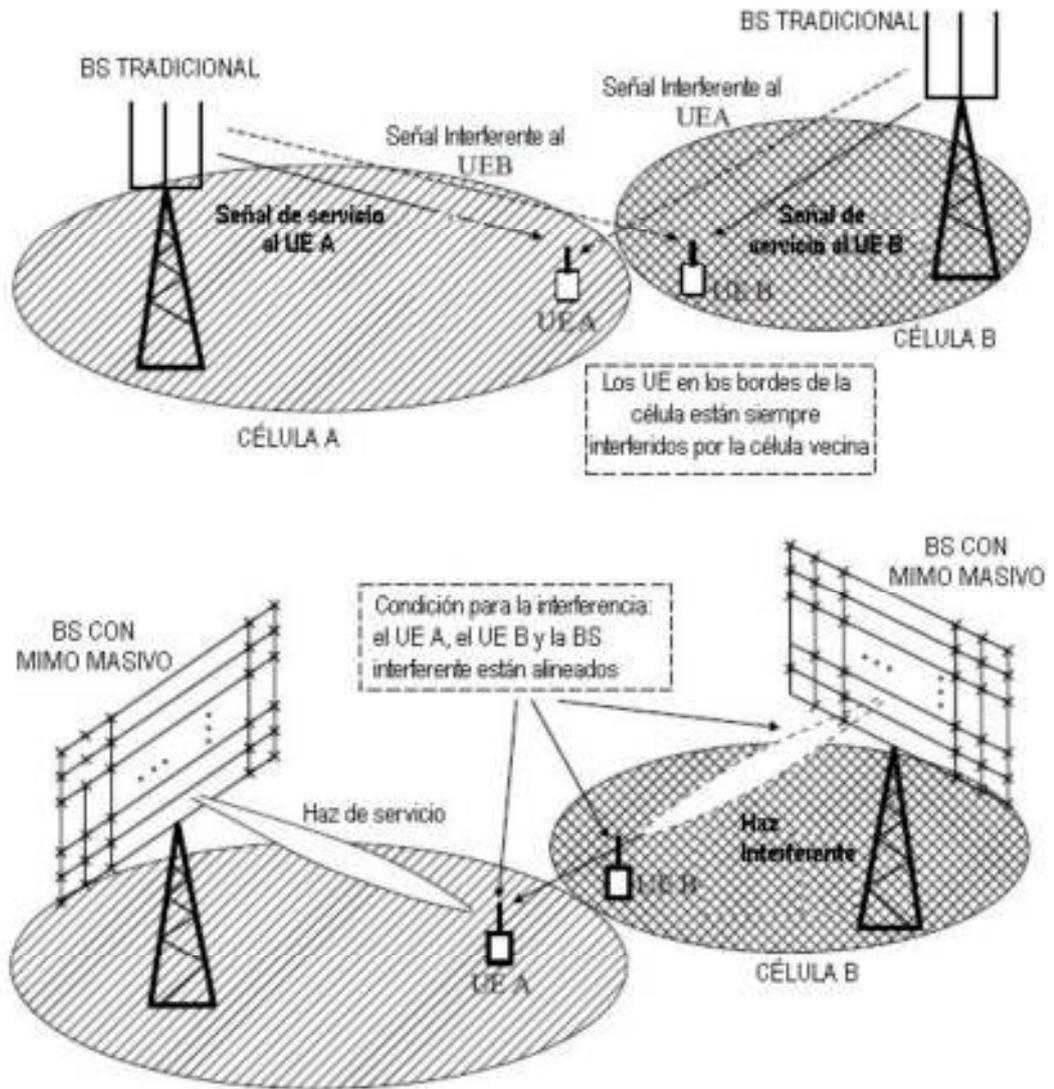


FIG. 11

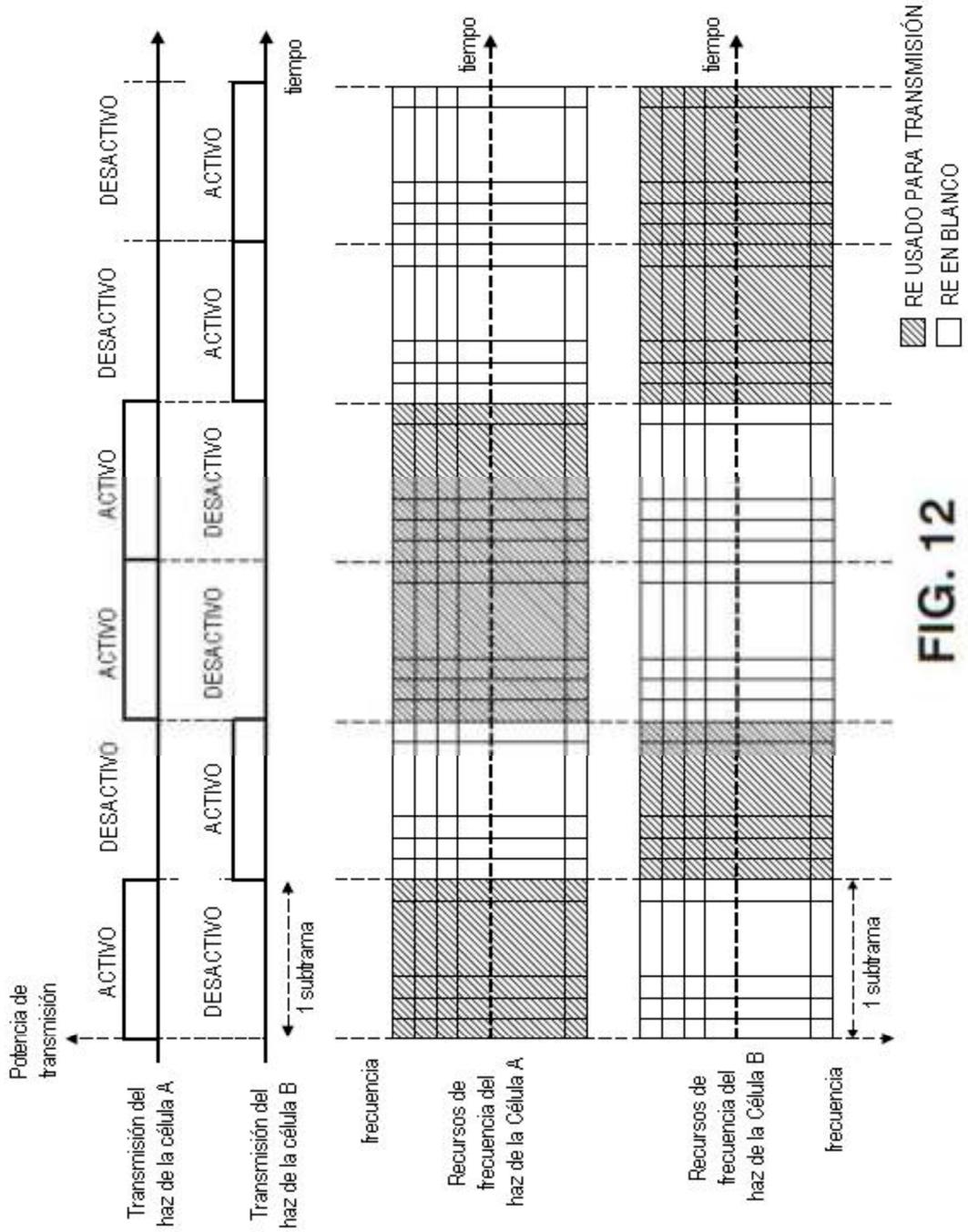


FIG. 12

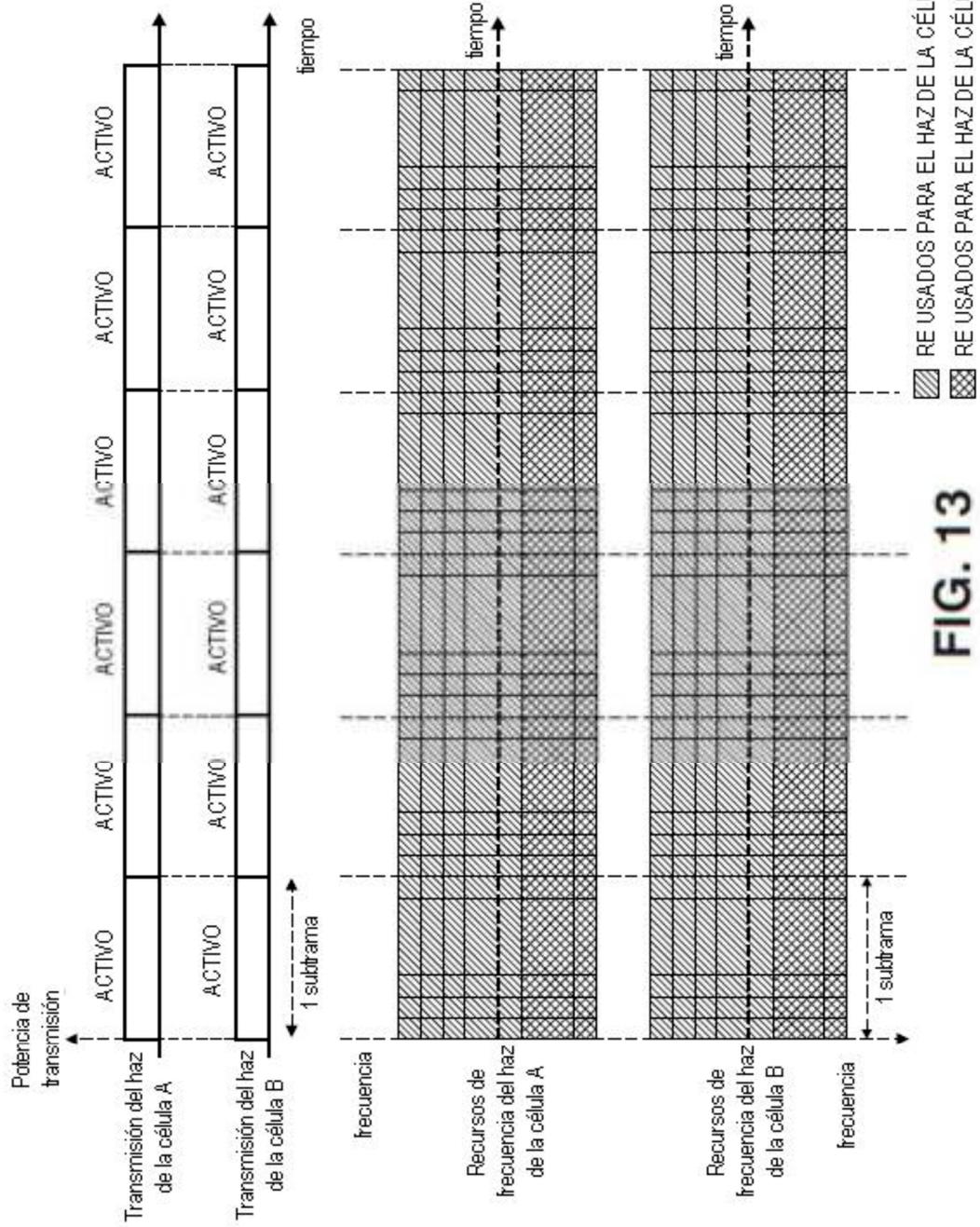


FIG. 13

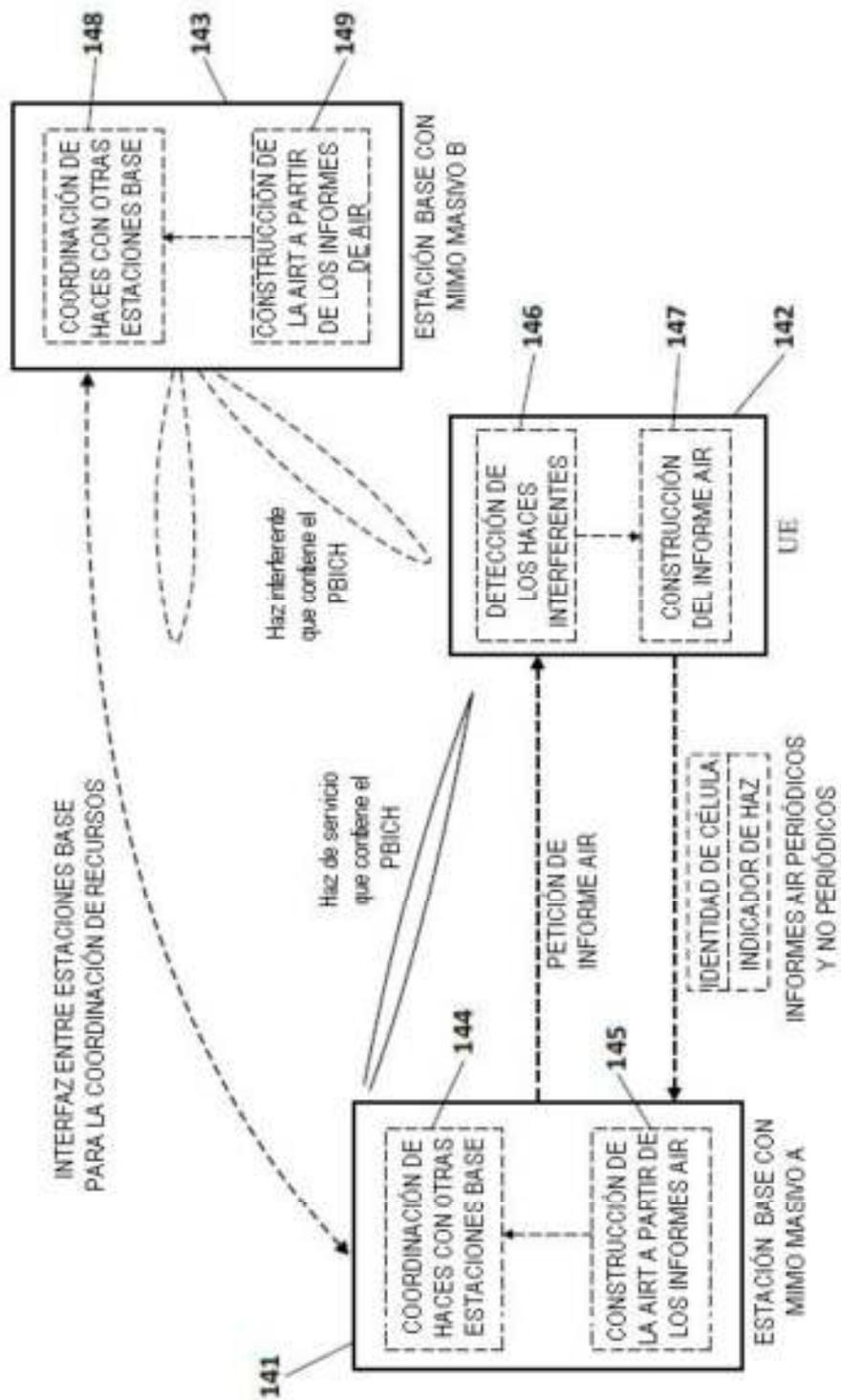


FIG. 14