

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 708**

51 Int. Cl.:

H04W 72/12 (2009.01)

H04W 74/08 (2009.01)

H04W 16/28 (2009.01)

H04W 72/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2016** **PCT/IB2016/050304**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016** **WO16120761**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2016** **E 16702209 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019** **EP 3251454**

54 Título: **Respuesta de acceso aleatorio con conformación de haces analógica**

30 Prioridad:

30.01.2015 US 201562109897 P
30.06.2015 US 201514755895

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.06.2020

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
Unit 32, the Hyde Building The Park,
Carrickmines
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

FURUSKOG, JOHAN;
SAHLIN, HENRIK;
BERGSTRÖM, ANDREAS;
ANDERSSON, HÅKAN;
WIBERG, NICLAS y
ZHANG, QIANG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 764 708 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

Respuesta de acceso aleatorio con conformación de haces analógica

Campo técnico

La presente invención se refiere a un proceso de acceso aleatorio en un sistema de comunicación móvil. Más concretamente, y no a modo de limitación, las realizaciones particulares de la presente invención están dirigidas a un aparato y a un método de transmisión sucesiva de múltiples mensajes de Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) desde una entidad de red hasta un Equipo de Usuario (UE) cuando la entidad de red emplea conformación de haces estrecha, en donde cada mensaje de RAR contiene un indicador de retraso de programación en una concesión de Enlace de Subida (UL) portada en el mensaje de RAR, de manera que proporciona un retraso de tiempo ajustable para la transmisión de enlace de subida del UE programada por la concesión de UL.

Antecedentes

En un sistema de telecomunicaciones celular tradicional, la cobertura de una celda está definida por el área geográfica en donde señales de Radio Frecuencia (RF) transmitidas desde una estación base a un UE, y viceversa, pueden ser recibidas y decodificadas con éxito. Las "señales de RF" pueden ser denominadas de forma más sencilla en la presente memoria como "señales de radio". La estación base puede estar equipada con una antena o una disposición de antena que trasmite y recibe señales de radio de acuerdo con un patrón del haz de antena que típicamente abarca un ángulo bastante grande en azimut y/o cota. Cuanto más ancho es el ángulo, menor se hace la ganancia de la antena. Por tanto, existe un compromiso entre la cobertura angular y el alcance de cobertura para una disposición de antena. Con el fin de disponer de una cobertura angular grande en combinación con una elevada ganancia de antena, se puede utilizar una disposición de antena dirigible para conformar haces de dirección en las direcciones deseables.

En la exposición relacionada con la cobertura en la presente memoria, una "celda" y su estación base asociada tal como, por ejemplo, un nodo B evolucionado (eNB o eNodeB), o una estación base y su disposición de antena, pueden ser denominadas de una manera intercambiable y definida utilizando los mismos números de referencia para una mayor facilidad de descripción. Por ejemplo, un UE puede estar referido de forma intercambiable como señales de radio de recepción procedentes de una celda o un eNB, o el UE puede ser denominado de manera intercambiable como señales de recepción procedentes de una estación base o de la disposición de antena de la estación base.

Las Figuras 1A-1E ilustran diferentes ejemplos de patrones de haz de antena y su rango de cobertura. En la Figura 1A, se muestra una disposición de antena de estación base 20 proporcionando un patrón del haz de antena 26. Tres UEs 22-24 están también mostrados en la Figura 1A, estando físicamente presentes y funcionando (o registrados) con la celda (no mostrada) asociada con la estación base 20. Con la finalidad de una mejor descripción en la presente memoria, los UEs 22-24 pueden ser considerados "unidos" a, o bajo el control operativo de la estación base 20. Como se muestra en la Figura 1A, el patrón de antena 26 cubre un ángulo amplio con un rango limitado en el sentido de que sólo dos de los tres UEs - en este caso UEs 22 y 24 - reciben cobertura de radio procedente del patrón de haz de ángulo amplio 26. Por otra parte, en la Figura 1B, se muestra la disposición de antena 20 para proporcionar otro patrón de haz 28. Para una descripción más fácil, se utilizan los mismos números de referencia en las Figuras 1A-1D, para hacer referencia a las mismas entidades. Sin embargo, se entiende que, en la práctica todos los patrones de haces mostrados en las Figuras 1A-1D pueden no ser necesariamente proporcionados por la misma antena de estación base; diferentes estaciones base pueden proporcionar diferentes tipos de patrones de antena. Haciendo referencia de nuevo la Figura 1B, se observa que aunque el patrón de antena 28 proporciona un mayor rango - que ahora proporciona cobertura de radio al UE 23, el patrón del haz 28 cubre un ángulo más estrecho que el patrón de haz 26. Como resultado, los UEs 22 y 24 pueden caer fuera del área de cobertura.

Para proporcionar cobertura a todos los UEs 22-24, la disposición de antena 20 puede estar configurada como una disposición de antena direccionable como se muestra en la Figura 1C. La disposición de antena direccionable 20 puede proporcionar haces de antena individuales 30-32, que pueden ser proporcionados simultáneamente o rastreados a través del dominio de tiempo (como se describe más tarde con referencia la Figura 1D). Los múltiples haces 30-32 resultantes de la disposición de antena direccionable 20 pueden no sólo cubrir de forma efectiva el ángulo amplio de la Figura 1A, sino que también proporcionar el rango de la Figura 1B, proporcionando con ello cobertura de radio a los tres UEs 22-24 como se muestra.

Las estaciones base en sistemas celulares modernos también pueden emplear conformación de haces además de la dirección del haz ilustrada en la Figura 1C. La conformación de haces o filtrado espacial es una técnica de procesamiento de señal utilizada en disposiciones de antena para la transmisión con recepción de señal direccional. Se ha de entender que el contenido digital puede ser transmitido utilizando señales de radio analógicas. En la conformación de haces, las señales de radio analógicas pueden ser procesadas/conformadas de manera que las señales en ángulos particulares experimentan interferencia constructiva, mientras que otras experimentan interferencia destructiva. Tal conformación de haces analógica puede ser utilizada tanto en los extremos de transmisión como de recepción para conseguir selectividad espacial, tal como, por ejemplo, expulsión de señales no

deseadas de direcciones específicas. La selectividad espacial puede proporcionar recepción/transmisión de señales mejoradas en el sistema. De este modo, la conformación de haces puede ayudar a mejorar la utilización del ancho de banda inalámbrico, y también puede aumentar el alcance de la red inalámbrica. Esto, a su vez, puede mejorar la emisión en continuo ("streaming") de vídeo, la calidad de voz, y otras transmisiones sensibles al ancho de banda y a la latencia.

Para un sistema de conformación de haces que sólo soporta un conjunto de haces fijos, todas las señales pueden ser conformadas en haces aunque la dirección deseada de transmisión puede ser desconocida o solo conocida en cierta medida. Además, los sistemas de conformación de haces, tales como, por ejemplo, los sistemas de conformación de haces analógicos, sólo pueden transmitir en uno o en unos pocos haces simultáneamente. En tales sistemas, múltiples haces pueden tener que ser rastreados a través del dominio de tiempo para proporcionar cobertura a todos los UEs unidos a la estación base. De este modo, como se ilustra en la Figura 1D, sólo un haz de antena 34-36 puede ser transmitido en un tiempo, por ejemplo, debido a una implementación de conformación de haces analógica. Como resultado, diferentes haces 34-36 y los correspondientes UEs direccionados 22-24 pueden ser multiplexados en tiempo utilizando intervalos de tiempo en los tiempos $t=0$, $t=1$, y $t=2$, como se muestra. Los haces de antena 34-36 pueden estar formados con haz, pero pueden ser dirigidos de una manera similar a los haces 30-32 en la Figura 1C para proporcionar el rango de cobertura necesario para cubrir todos los UEs 22-24 unidos a la estación base 20.

Se observa que, para una mayor facilidad de descripción, los términos "conformación de haces analógica", "formación de haz", "conformación de haces estrecha" y otros términos de carácter similar pueden ser utilizados de forma intercambiable en la presente memoria.

Los sistemas de conformación de haces también pueden tener falta de coincidencia de calibración entre los lados de transmisión (Tx) y de recepción (Rx) en una disposición de antena. Por otra parte, algunos sistemas de conformación de haces pueden tener incluso disposiciones de antena para la transmisión y la recepción, de manera que la información direccional relacionada con la conformación del haz referente a un haz recibido en el Enlace de Subida (UL) no se aplica a una transmisión de haz en el Enlace de Bajada (DL). Se observa que en la presente memoria los términos Enlace de Subida y Enlace de Bajada son utilizados en su sentido convencional: una transmisión en el UL se refiere a una transmisión de UE a una estación base, mientras que una transmisión en el DL se refiere a una transmisión de estación base al UE. En el contexto de la conformación de haces, la Figura 1E muestra un ejemplo en donde dos disposiciones de antena separadas - una disposición de Tx 38 y una disposición de Rx 40 - pueden formar parte de un sistema de antena de estación base. Se observa a partir de la ilustración de la Figura 1E que el haz de DL más adecuado 42 para un UE 43 es diferente del correspondiente haz de UL 44 debido a separar las disposiciones de Tx y Rx en la estación base. El haz de DL 42 puede ser el "más adecuado" o "suficientemente bueno" para el UE 43 en el sentido de que el haz 42 puede permitir que la estación base establezca y mantenga transmisiones al UE 43. Por otra parte, el haz de UL 44 puede ser el "más adecuado" o "suficientemente bueno" en el sentido de que el haz 44 puede permitir que la estación base reciba transmisiones procedentes del UE 43. Sin embargo, al contrario que con las configuraciones de las Figuras 1A-1D, la configuración de la Figura 1E utiliza dos haces diferentes 42, 44 - uno para el DL y otro para el UL, respectivamente.

En la implementación de conformación de haces multiplexado en el tiempo de la Figura 1D o los haces "no coincidentes" de la Figura 1E, un correspondiente UE puede tener que "unirse" primero a la celda o a la estación base antes de que el UE pueda transmitir/recibir datos de usuario a/desde la estación base. Antes de que un UE pueda "unirse" a la celda, el UE puede necesitar adquirir información del sistema de la correspondiente celda cuando el UE intenta acceder inicialmente a la celda. En una red celular de Evolución a Largo Plazo (LTE) de Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), un proceso de acceso aleatorio es una función clave que puede necesitar ser realizada para habilitar un UE a unirse con la respectiva celda - independientemente de si el UE está uniéndose a la celda de un modo sincronizado o no sincronizado.

La Figura 2 muestra un flujo de formación de mensajes a modo de ejemplo 46 para un proceso de acceso aleatorio de red celular LTE de Cuarta Generación (4G). Para una mayor facilidad de la descripción, el flujo de generación de mensajes 46 se muestra haciendo referencia a un eNB 48 y a un UE 50. El UE 50 puede ser similar a cualquiera de los UEs 22-24 y 43 de las Figuras 1A-1E. De manera similar el eNB 48 puede ser similar a la estación base 20 en las Figuras 1A-1D o puede constituir las disposiciones de antena 38, 40 de la Figura 1E. Como se ha mencionado anteriormente, para una mayor claridad en la descripción, el número de referencia "48" puede ser utilizado de forma intercambiable en la presente memoria para hacer referencia al eNB 48 o a su correspondiente celda (no mostrada). La búsqueda de celdas es parte del proceso de acceso aleatorio mediante el cual el UE puede adquirir sincronización de tiempo y frecuencia con una celda - más concretamente, con una estación base específica de la celda - y puede detectar la ID de celda de capa física de esa celda. Como se muestra en el bloque 52 de la Figura 2, el eNB 48 puede difundir dos señales especiales - una Secuencia de Sincronización Primaria (PSS) y una Secuencia de Sincronización Secundaria (SSS) - en un símbolo de Multiplexación de División de Frecuencia Ortogonal (OFDM). Estas señales de difusión pueden ser recibidas por todos los UEs que operan en la celda 48, incluyendo el UE 50. La detección de estas señales permite que el UE 50 realice sincronización de tiempo en frecuencia - indicada en el bloque 52 como "sincronización de marco de radio y submarco" - con el eNB 48 y para adquirir parámetros del sistema útiles, tales como la identidad de la celda (ID de celda física). En LTE, las señales de sincronización PSS y SSS pueden ser transmitidas dos veces por cada marco de radio de 10 ms. Como se muestra, un marco de radio de

10 ms en LTE constituye diez (10) "submarcos" de 1 ms cada uno. De este modo, en LTE, un Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) de 1 ms está denominado como un "submarco". La señal PSS puede ser la misma para cualquier celda dada en cada submarco en el que es transmitida.

Como se muestran el bloque 54 de la Figura 2, el eNB 48 también puede transmitir señales de Canal de Difusión Físico (PBCH) y señales de Canal Compartido de Enlace de Bajada Físico (PDSCH) en la correspondiente celda. El PBCH puede proporcionar tal información básica como el ancho de banda del sistema de enlace de bajada, que puede ser esencial para el acceso inicial a la celda. Sin embargo, el PBCH está diseñado para ser detectable sin conocimiento anterior del ancho de banda del sistema y para ser accesible al borde de celda también. A través del PBCH, el UE 50 puede ser requerido para recibir también el PDSCH para obtener importante información de sistema (SI). El intervalo de tiempo entre sucesivas transmisiones del PBCH puede ser que 40 ms. El PDSCH es el principal canal portador de datos, que está asignado a los usuarios/UEs en la celda con base dinámica y oportunista. Además de enviar datos de usuario al UE, el PDSCH también es utilizado para transmitir información de programación general y otra información de difusión no transmitida sobre el PBCH tal como, por ejemplo, la SI que incluye Bloques de Información de Sistema (SIBs). En LTE, los SIBs pueden ser programados por un Canal de Control de Enlace de Bajada Físico (PDCCH). Esta información de programación general puede no ser específica del UE. Sin embargo, cualquier información de programación específica del UE tal como, por ejemplo, cómo descodificar los SIBs, puede ser transmitida por el eNB 48 sobre un PDCCH Mejorado (ePDCCH) después de que el acceso aleatorio se complete.

Después de recibir las señales de sincronización en el bloque 52 y la información del sistema en el bloque 54, el UE 50 puede intentar acceder a la red e iniciar el proceso de acceso aleatorio transmitiendo un preámbulo de acceso aleatorio en el enlace de subida en un Canal de Acceso Aleatorio Físico (PRACH), como se indica en el bloque 56. El preámbulo permite que el eNB 48 calcule el avance de temporización necesario para el UE 50. Este avance de temporización es entonces comunicado al UE 50 en un mensaje de Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) en el bloque 58 (descrito más adelante). Sólo después de recibir la RAR puede el UE 50 sincronizar su temporización con el eNB 48 de manera que "se une" al eNB 48 o "acampa" en la celda. La generación de mensajes del UE 50 en el bloque 56 puede ser denominada en la presente memoria como "Mensaje1" o "Msg1". Después de recibir el preámbulo y de detectar el intento de acceso aleatorio del UE, la estación base 48 puede responder en el enlace de bajada transmitiendo un mensaje de RAR sobre el PDSCH, como se indica en el bloque 58. En la descripción de la presente memoria, los términos "mensaje de RAR" y "mensaje2" (o "Msg2") pueden ser utilizados de forma intercambiable para hacer referencia a la respuesta del eNB 48 al Msg1 que porta el preámbulo en el bloque 56 durante el proceso de acceso aleatorio. La respuesta de acceso aleatorio en el bloque 58 puede estar referida en la literatura relevante como una "concesión de RAR", que puede ser una concesión de programación de enlace de subida de 20 bit para que el UE 50 continúe el proceso de acceso aleatorio transmitiendo un mensaje posterior - referido en la presente memoria como "mensaje3" o "Msg3" - en el enlace de subida. El contenido de la concesión de RAR está definido en la sección 6.2 de la Especificación Técnica (TS) de 3GPP 36.213, versión 12.5.0 (marzo de 2015), titulada "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Layer Procedures (Release 12)."

Después de ajustar su temporización de enlace de subida, si es necesario, en base a la concesión de UL en el Msg2, el UE 50 puede transmitir el Msg3 al eNB 48 en un Canal Compartido de Enlace de Subida Físico (PUSCH) y proporcionar su identificación de terminal (ID de terminal) en el Msg3, como se indica en el bloque 60. Al igual que el PDSCH, el PUSCH también porta datos de usuario. Además, los UEs pueden estar programados en el PUSCH y el PDSCH en intervalos de programación de 1 ms - esto es, en un intervalo de tiempo igual a un submarco.

Después de recibir la respuesta del UE (Msg3) en el mensaje de RAR (Msg2), el eNB 48 puede determinar si se requiere resolución de contención tal como, por ejemplo, cuando el eNB 48 recibe dos preámbulos de acceso aleatorio desde dos UEs diferentes, pero con el mismo valor en el mismo tiempo. El eNB 48 puede resolver la contención y seleccionar uno de los UEs. Como se observa en el bloque 62, el eNB 48 puede entonces enviar un "mensaje4" como "Msg4" al UE programado - en este caso, el UE 50 - en el PDSCH.

En el bloque 64, el UE 50 está "unido" al eNB 48 y puede establecer una sesión de comunicación bidireccional con el eNB 48 utilizando el PDSCH y el PUSCH para transferir datos de usuario a/desde el usuario del UE. El usuario puede entonces utilizar el UE 50 para realizar llamadas de voz, sesiones de datos, búsqueda en la web, y similares, utilizando la red celular del eNB 48.

El documento US2014/050157 describe enviar un mensaje de preámbulo de acceso aleatorio a un nodo de acceso de red y recibir un mensaje de respuesta de acceso aleatorio que incluye información que identifica a uno o más submarcos asignados para una transmisión de UL.

El documento W02009/038300 describe transmitir un preámbulo de acceso aleatorio y recibir una respuesta de acceso aleatorio, en donde la respuesta de acceso aleatorio incluye información de asignación de recurso de radio de enlace de subida para múltiples intervalos de tiempo de transmisión como respuesta al preámbulo de acceso aleatorio.

El documento W02014/139174 describe un método para mejorar la transmisión de RAR en LTE aplicando

conformación del haz vertical y mapeando la concesión de PDCCH asociada con el espacio de búsqueda específico de UE.

El documento W02010/077004 describe recibir, desde una estación base, un mensaje de RAR que tiene el formato de una unidad de datos de protocolo de control de acceso al medio (MAC PDU) que incluye sólo un subencabezado indicador de retroceso en una parte el encabezado de la MAC PDU.

Compendio

Un problema surge cuando la conformación de haces analógica/estrecha - descrita con referencia las Figuras 1D y 1E - es utilizada con el esquema de acceso aleatorio existente descrito con referencia la Figura 2. La red (es decir, el eNB) no puede decir a partir del preámbulo de acceso aleatorio recibido desde el UE (en el Msg1) qué haz de enlace de bajada es el más adecuado o es lo suficientemente bueno para la siguientes respuestas de acceso aleatorio (Msg2 y Msg4). La red todavía puede ser consciente del haz de enlace de subida más adecuado para recibir las transmisiones procedentes del UE debido a que la información podría ser obtenida cuando se recibe el preámbulo procedente del UE. Sin embargo, debido a la falta de coincidencia potencial entre las direcciones del haz de enlace de bajada y de enlace de subida como se ha descrito, por ejemplo, con referencia la Figura 1E, la información relacionada con el haz de enlace de subida no puede ser aplicada en el enlace de bajada. Si la red/eNB no es consciente de, o tiene información limitada sobre qué haz de enlace de bajada es preferido por un UE, el eNB puede tener que transmitir el mensaje de RAR (Msg2) o bien en un haz ancho (con ganancia de antena inferior y, por tanto, con rango más corto, como se ha descrito anteriormente con referencia la figura 1A) o en múltiples haces estrechos como se muestra, por ejemplo, en la Figura 1D. Múltiples haces estrechos pueden consumir recursos preciados en un sistema con un número limitado de haces. Para un sistema celular que sólo soporta un número limitado de haces simultáneos, tienen que ser utilizados diferentes haces en diferentes momentos de tiempo cuando se transmite el mensaje de RAR durante una ventana de tiempo de respuesta de acceso aleatorio (RAR). La ventana de tiempo de RAR está cuando el UE está monitorizando el enlace de bajada para el mensaje de RAR procedente del eNB.

Además, que es bastante poco económico probar los haces DL iniciando muchos procesos "paralelos" utilizando el mapeado tradicional uno a uno (entre Msg2 y Msg3) debido a que si Msg2 es transmitido en múltiples haces de DL, entonces el eNB puede necesitar reservar (en el UL) múltiples recursos de Msg3 también. Si son reservados múltiples recursos de Msg3, entonces dependiendo de qué Msg2(s) sea/sean recibidos por el UE, sólo parte de los recursos de Msg3 reservados serán realmente utilizados por el UE para transmitir su Msg3(s). Aunque el contenido en múltiples transmisiones de Msg3 puede ser duplicado, sólo un Msg3 es necesario para completar el proceso de acceso aleatorio inicial. Por lo tanto, los recursos UL reservados (para Msg3(s)) pueden ser desperdiciados.

De este modo, cuando una estación base emplea conformación de haces estrecha, sería deseable tratar la falta de coincidencia potencial entre las direcciones de haz de DL y de UL de manera que, a pesar de tal falta de coincidencia, el mensaje de RAR durante el proceso de acceso aleatorio de la Figura 2 no sólo es recibido por un UE, sino que es recibido sobre un haz de DL que es lo suficientemente bueno para ese UE.

Como una solución, las realizaciones particulares de la presente invención proporcionan un sistema y un método en el que múltiples mensajes de RAR (Msg2) procedentes de una entidad de red, tal como un eNB, son transmitidos de manera sucesiva a un UE, posiblemente en diferentes momentos y/o utilizando diferentes haces. Los múltiples mensajes de RAR son de este modo transmitidos sin interrupción y antes de que cualquier respuesta de Msg3 sea recibida desde el UE. Cada mensaje de RAR contiene un indicador de retraso de programación específico del mensaje en la concesión de UL portada por el mensaje de RAR. El indicador de retraso proporciona un retraso de tiempo ajustable para la transmisión de enlace de subida de UE programada por la concesión de UL. De este modo, la presente invención todavía sigue el orden de generación de mensajes mostrado en la Figura 2, pero con la generación de mensajes modificada en los bloques 58 y 60 en la Figura 2. En lugar de un único Msg2, se contemplan múltiples transmisiones de RAR (Msg2) en la versión modificada del bloque 58 en las realizaciones particulares de la presente invención. De manera similar, la respuesta procedente del UE ha de estas transmisiones de RAR múltiples puede incluir una o más transmisiones Msg3 en la versión modificada del bloque 60 en realizaciones particulares de la presente invención. La generación de mensajes en los bloques 62 y 64 en la Figura 2 puede permanecer sin cambios.

De acuerdo con realizaciones particulares de la presente invención, múltiples transmisiones de RAR en diferentes casos de tiempo pueden programar la misma transmisión de UL (Msg3) para un único caso de tiempo. Para una estación base que emplea conformación de haces analógica, este mapeado de tipo muchos Msg2 a un Msg3 puede resolver el problema anteriormente mencionado con el mapeado de tipo un Msg2 a un Msg3 entre el mensaje de RAR (Msg2) y la siguiente transmisión de UL programada (Msg3). Este mapeado de tipo muchos a uno también puede habilitar la multiplexación de dominio de tiempo de varios haces de antena cuando se transmiten mensajes de RAR, programando todavía una única transmisión de UL (Msg3) desde el UE. Debido a que el mejor haz de DL para el UE puede no ser conocido, puede ser preferible enviar múltiples mensajes de RAR. El UE puede reportar el mejor Msg2 de DL medido y su Msg3, pero el propio Msg3 puede no necesitar ser repetido muchas veces si el mejor haz de UL es ya conocido a través del Msg1 más temprano.

Alternativamente, en otras realizaciones, al menos dos de múltiples transmisiones de RAR sucesivas pueden

programar la transmisión de UL del UE en diferentes intervalos de tiempo. Este enfoque puede dar lugar a una correspondencia de tipo muchos a muchos entre los mensajes de RAR y las transmisiones de Msg3 potenciales desde el UE. Como antes, todos los mensajes de RAR son enviados en sucesión, antes de que cualquier Msg3 sea recibido desde el UE. Se entiende que las expresiones "transmitido sucesivamente" o "transmitidos en sucesión", son utilizadas aquí y en el contexto de las transmisiones de mensajes de RAR de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención y pueden incluir transmisión "paralela" o "simultánea" de múltiples mensajes de RAR en varios haces de DL en cada caso de tiempo. En una realización, una correspondencia de tipo un Msg2 a muchos Msg3 puede ser implementada también.

Los mecanismos de generación de mensajes anteriormente mencionados de tipo muchos a uno y de tipo muchos a muchos - junto con los indicadores de retraso de tiempo ajustable específicos del mensaje de RAR - pueden incrementar la probabilidad de que la RAR del eNB sea recibida por el UE, incluso cuando el eNB no es consciente de, o tiene información limitada acerca de qué haz de DL es el más adecuado para el UE. Por lo tanto, la robustez total del proceso de acceso aleatorio se incrementa cuando se utiliza conformación de haces estrecha por el eNB. Además, el mecanismo de generación de mensajes de RAR descrito en la presente memoria también puede aumentar la flexibilidad de un programador basado en eNB eliminando las restricciones cuando se programa un mensaje de RAR (Msg2) y el siguiente mensaje de UL (Msg3). Esto puede ser particularmente útil si hay una falta de recursos de radio de enlace de bajada y/o de enlace de subida en ciertos casos de tiempo cuando se transmite la RAR y/o se recibe el mensaje de UL. En el caso modo de funcionamiento de Dúplex por División de Tiempo (TDD) en LTE, la generación de mensajes de RAR descrita la presente memoria también puede incrementar la flexibilidad del programador respecto a qué submarcos pueden ser asignados dinámicamente al DL o al UL.

En una realización, la presente invención está dirigida a un método de transmisión de una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) procedente de una entidad de red a un Equipo de Usuario (UE) cuando la entidad de red emplea conformación del haces estrecha. El método comprende realizar lo siguiente por parte de la entidad de red: (i) generar una pluralidad de mensajes de RAR, en donde cada mensaje de RAR porta una respectiva concesión de enlace de subida (UL) para el UE para habilitar al UE a responder el mensaje de RAR; (ii) para cada mensaje de RAR proporcionar un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje RAR en la respectiva concesión de UL portada por el mensaje de RAR; (iii) configurar cada indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR para proporcionar al UE una indicación de un intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir en el UL para responder a un respectivo mensaje de RAR; y (iv) transmitir sucesivamente la pluralidad de mensajes de RAR al UE.

En una realización, al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR pueden ser transmitidos en diferentes tiempos. En otra realización, al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR pueden ser transmitidos utilizando diferentes haces de radio.

En una realización, el intervalo de tiempo es el mismo para cada mensaje de RAR independientemente de cuál de la pluralidad de mensajes de RAR está respondiendo el UE. Esto proporciona un mapeado de tipo muchos a uno entre los mensajes de RAR (Msg2) y la posterior respuesta del UE en el UL (Msg3). En otra realización, el intervalo de tiempo es diferente para al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR. Esta acción da lugar a un mapeado de tipo muchos a muchos entre los mensajes de RAR y las respuestas de UL del UE.

En una realización, el indicador de retraso de tiempo puede ser un campo de bit. En realizaciones particulares, la indicación puede ser un primer valor de retraso de tiempo relativo a una temporización del respectivo mensaje de RAR que porta la indicación. Alternativamente, la indicación puede ser un segundo valor de retraso de tiempo relativo a una temporización del mensaje de UL desde el UE recibido por la entidad de red, cuando la pluralidad de mensajes de RAR es transmitida por la entidad de red como respuesta al mensaje de UL. Este primer valor de retraso de tiempo puede ser representado en términos de un primer número de submarcos medido desde un submarco del respectivo mensaje de RAR que porta la indicación. Por otra parte, el segundo valor de retraso de tiempo puede ser representado en términos de un segundo número de submarcos medido desde un submarco del mensaje de UL. El primer o el segundo número de submarcos pueden ser representados utilizando uno o más bits en el respectivo mensaje de RAR tal como, por ejemplo, utilizando el campo indicador de retraso de tiempo dentro del mensaje de RAR.

En realizaciones particulares, puede ser utilizada una ecuación o fórmula por la entidad de red para determinar el intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir que en el UL para responder a un respectivo mensaje de RAR.

En una realización, la entidad de red puede recibir una respuesta procedente del UE en el UL, en donde la respuesta indica cuál de la pluralidad de mensajes de RAR está respondiendo el UE.

En una realización adicional, la presente invención está dirigida a un método de procesamiento de una RAR recibida por un UE desde una entidad de red cuando la entidad de red emplea conformación de haces estrecha. El método comprende realizar lo siguiente por parte del UE: (i) recibir una pluralidad de mensajes de RAR desde una entidad de red, en donde cada mensaje de RAR incluye un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje RAR en una respectiva concesión de UL para el UE portada por el mensaje de RAR, en donde cada indicador de retraso de

tiempo de específico del mensaje de RAR especifica un intervalo de tiempo de UL en el que el UE está programado para transmitir en el UL a la entidad de red, y en donde se aplica uno de lo siguiente: (a) el intervalo de tiempo de UL es el mismo para cada mensaje de RAR, y (b) el intervalo de tiempo de UL es diferente para al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR; (ii) seleccionar al menos uno de la pluralidad de mensajes de RAR; y (iii) enviar una respuesta para el al menos un mensaje de RAR seleccionado durante el intervalo de tiempo de UL especificado por el al menos un mensaje de RAR seleccionado, en donde la respuesta identificada el al menos un mensaje de RAR seleccionado para la entidad de red.

En una realización, el UE puede utilizar el indicador del retraso de tiempo específico para cada mensaje de RAR asociado con el al menos un mensaje de RAR seleccionado en una fórmula predefinida para determinar el intervalo de tiempo de UL especificado para el al menos un mensaje de RAR seleccionado.

En todavía una realización adicional, la presente invención está dirigida a una entidad de red en una red celular para transmitir una RAR a un dispositivo móvil. La entidad de red emplea conformación de haces estrecha y comprende lo siguiente: (i) un transcodificador para transmitir una pluralidad de mensajes de RAR al dispositivo móvil; (ii) un programador para generar la pluralidad de mensajes de RAR antes de que sean transmitidos al dispositivo móvil; y (iii) un procesador conectado al transcodificador y al programador, en donde el procesador es operativo para facilitar la transmisión sucesiva por el transcodificador de la pluralidad de mensajes de RAR generados por el programador. En la entidad de red, el programador es operativo para realizar lo siguiente: (i) incluir una respectiva concesión de UL en cada mensaje de RAR para habilitar al dispositivo móvil para responder al mensaje de RAR; (ii) para cada mensaje de RAR, proporcionar un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR en la respectiva concesión de UL portada por el mensaje de RAR; y (iii) configurar cada indicador de retraso de tiempo específico de cada mensaje de RAR para proporcionar a un dispositivo móvil una indicación de un intervalo de tiempo en el que el dispositivo móvil está programado para transmitir en el UL para responder a un respectivo mensaje de RAR.

En una realización, la entidad de red puede ser una de lo siguiente: (i) una Estación Base de Radio (RBS); (ii) un Controlador de Estación Base (BSC); (iii) un Controlador de Red de Radio (RNC); (iv) un nodo B evolucionado (eNodeB); y (v) un grupo de estaciones base.

En otro aspecto, la presente intención está dirigida a un método de transmisión de una RAR desde una entidad de red a un UE cuando la entidad de red emplea conformación de haces estrecha. El método comprende realizar lo siguiente por parte de la entidad de red: (i) generar un mensaje de RAR, en donde el mensaje de RAR porta una concesión de UL para el UE para habilitar al UE a responder al mensaje de RAR; (ii) proporcionar un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR en la concesión de UL; (iii) configurar el indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR para proporcionar al UE una indicación de un intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir en el UL para responder al mensaje de RAR; (iv) proporcionar además un bit de bandera en el mensaje de RAR, en donde el bit de bandera da instrucciones al UE para transmitir una pluralidad de mensajes en el UL cuando se responde al mensaje de RAR como está programado por el intervalo de tiempo; y (v) transmitir el mensaje de RAR al UE. De esta manera, puede ser realizado un mapeado de tipo uno a muchos entre un mensaje de RAR (Msg2) y múltiples respuestas de UL (Msg3) por parte del UE de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

En el contexto de la conformación de haces analógica por una entidad de red/estación base en una red LTE, la sucesiva transmisión de múltiples mensajes de RAR, cada uno conteniendo un indicador de retraso de tiempo ajustable de acuerdo con realizaciones particulares de la presente invención, proporciona a la entidad de red una oportunidad para enviar al menos un mensaje de RAR en el haz de enlace de bajada que es lo suficientemente bueno para el UE que ha iniciado el proceso de acceso aleatorio con la entidad de red. El mensaje de RAR puede ser enviado al UE a pesar de que la entidad de red no sea consciente de, o tenga información limitada acerca de, qué haz de enlace de bajada es preferido por el UE. De esta manera, los efectos de una falta de coincidencia potencial entre las direcciones del haz de enlace de subida y de enlace de bajada pueden ser sustancialmente mitigados, y la robustez total del proceso de acceso aleatorio puede ser incrementada.

Breve descripción de los dibujos

En la siguiente sección, la presente invención será descrita con referencia a las realizaciones a modo de ejemplo ilustradas en las figuras, en las que:

Las Figuras 1A-1E ilustran diferentes ejemplos de patrones de haz de antena y su rango de cobertura;

La Figura 2 muestra un flujo de generación de mensajes a modo de ejemplo para un proceso de acceso aleatorio en una red celular de 4G LTE;

La Figura 3 muestra un sistema inalámbrico a modo de ejemplo en el que puede ser implementado el esquema de generación de mensajes de RAR mostrado en las Figuras 4-10 de acuerdo con realizaciones particulares de la presente invención;

Las Figuras 4A y 4B son diagramas de flujo a modo de ejemplo que ilustran, respectivamente, la transmisión de mensajes de RAR por una entidad de red y el procesamiento de esos mensajes por un UE de acuerdo con las

enseñanzas de las realizaciones particulares de la presente invención;

La Figura 5 muestra el diagrama de bloques de un mensaje de RAR a modo de ejemplo de acuerdo con las realizaciones particulares de la presente invención;

5 La Figura 6 ilustra un mapeado de tipo muchos a uno, a modo de ejemplo en un proceso de acceso aleatorio de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 7 ilustra cómo el eNB de la Figura 3 puede utilizar conmutación de haz para hacer posible que el UE reciba al menos uno de la pluralidad de mensajes de RAR transmitidos por el eNB de acuerdo con una realización de la presente invención;

10 La Figura 8 muestra posibles mapeados de tipo muchos a muchos y de tipo muchos a uno en un proceso de acceso aleatorio de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 9 ilustra cómo un submarco de UL para Msg3 puede ser programado cuando un submarco inicialmente calculado para concesión de Msg3 indica un submarco que está reservado para un fin especial de acuerdo con una realización de la presente invención;

15 La Figura 10 es una ilustración a modo de ejemplo del retraso de Msg3 que está especificado con relación al Msg1 de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 11 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico a modo de ejemplo de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques a modo de ejemplo de una estación base que puede funcionar como una entidad de red de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 Descripción detallada

En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar un amplio entendimiento de la invención. Sin embargo, los expertos en la técnica entenderán que la presente invención puede ser llevada a la práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, métodos, procesos, componentes y circuitos bien conocidos no han sido descritos con detalle para no oscurecer la presente descripción. Se ha de entender que la invención está descrita principalmente en el contexto de teléfono celular/red de datos de Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) tal como, por ejemplo, una red LTE, pero puede ser implementada también en otras formas de redes inalámbricas celulares o no celulares siempre y cuando la red requiera un proceso de acceso aleatorio similar al ilustrado en la Figura 2. De este modo, el uso del término "celda" en la descripción que sigue no debe ser interpretado como limitado sólo a una estructura celular.

30 La Figura 3 muestra un sistema inalámbrico a modo de ejemplo 66 en el que puede ser implementado el esquema de generación de mensajes de RAR mostrado en las Figuras 4-10 de acuerdo con realizaciones particulares de la presente invención. Un dispositivo inalámbrico o móvil a modo de ejemplo 68 puede ser operacional en el sistema 66 a través de una red de comunicación móvil 70. Antes de que al dispositivo móvil 68 se le permita "operar" en la red 70 o acceder a diversos servicios y características soportados por red, el dispositivo móvil 68 puede necesitar realizar un proceso de acceso aleatorio como el mostrado en la Figura 2, pero con la generación de mensajes de RAR modificada por las enseñanzas de la presente invención. En la descripción de la presente memoria, los términos "red inalámbrica", "y red de comunicación móvil", o "red operadora", o "red portadora" pueden ser utilizados de manera intercambiable para hacer referencia a una red de comunicación inalámbrica 70 que facilita la comunicación de voz y/o datos con diferentes tipos de dispositivos inalámbricos, como el dispositivo 68. La red portadora 70 puede ser una red celular, a una red de comunicación de datos privada o una red inalámbrica de corporación amplia, y similar.

45 En una realización, el dispositivo inalámbrico 68 puede ser un UE, una estación móvil (MS) capaz de recibir/enviar contenido de datos tales como, por ejemplo, datos de audio como parte de una llamada de voz, datos audiovisuales como parte de una llamada de vídeo, texto, gráficos y/o datos de imágenes asociados con juegos en línea, y similares desde/a la red 70. En una realización, el dispositivo inalámbrico o el UE 68 pueden incluir un módulo de procesamiento de mensaje de RAR tal como, por ejemplo, el módulo 170 mostrado en la Figura 11 (descrito más adelante), para procesar múltiples mensajes de RAR recibidos de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El dispositivo inalámbrico 68 puede estar referido por tales términos analógicos como "móvil", "móvil inalámbrico", "dispositivo móvil", "terminal móvil", y similares. Algunos ejemplos de UEs o móviles/dispositivos móviles incluyen teléfonos celulares o equipos de transferencia de datos, "smartphones" ordenadores portátiles o de sobremesa, dispositivos Bluetooth®, lectores electrónicos, tabletas electrónicas portátiles, y similares. El equipo de transferencia de datos puede incluir Asistente Digital Personal (PDA) o un paginador. Los "smartphones" pueden incluir por ejemplo, teléfonos iPhones™, Android™ dispositivos Blackberry™, y similares.

55 En la realización de la Figura 3, se muestra la red portadora 70 para incluir una entidad de red a modo de ejemplo 72. En esta descripción, el término "entidad de red" puede ser utilizado de manera intercambiable para hacer

referencia a una estación base (BS), un eNodeB/eNB. En una realización, la entidad de red 72 puede presentar un grupo de estaciones base que interactúan con el UE 68 durante la iniciación del UE del proceso de acceso aleatorio, como se describe más adelante. La entidad de red 72 puede estar equipada con una disposición de antena (o unidad de antena) 74 para hacer posible que la entidad de red 72 proporcione cobertura de Radio Frecuencia (RF) o interfaz de radio a dispositivos móviles, tales como el UE 68 que funcionan dentro de la red (no mostrada) asociada con la entidad de red 72. En caso del dispositivo móvil 68, tal cobertura de RF se ilustra en forma de un enlace de RF 76. La entidad de red 72 puede proporcionar el enlace de RF 76 al dispositivo 68 por medio de una unidad de antena 74, y con o sin la ayuda de una entidad secundaria tal como una estación base pico o femto (no mostrada). Se observa aquí que cuando la red inalámbrica 70 es una red LTE celular, el eNB 72 puede estar asociado con una celda particular - conocida como "celda fuente" - y puede proporcionar cobertura de RF al UE 68 como su eNB de fuente/servicio. El UE 68 puede ser servido por el eNB 72 debido a que puede estar físicamente presente, registrado, asociado con, por ejemplo, a través de cobertura de RF o de una transferencia anterior, o funcionando dentro de la celda de fuente de eNB (no mostrada). Como se ha mencionado antes, una "celda" y su estación base asociada tal como, por ejemplo, un eNB (o eNodeB) puede estar referida de manera intercambiable utilizando el mismo número de referencia. Por ejemplo, el dispositivo móvil 68 puede ser referido de manera intercambiable como realizando un proceso de acceso aleatorio con la estación base 72 o la celda 72.

En una realización, la disposición de antena (o unidad de antena) 74 puede incluir una disposición de antena direccionable que puede proporcionar múltiples haces de radio similares a los mostrados en la Figura 1D. En otra realización, la disposición de antena 74 puede comprender disposiciones de transmisión y recepción separadas, similares a las mostradas en la Figura 1E. En todavía otra realización, la disposición de antena 74 puede incluir un único elemento de antena o múltiples elementos de antena para permitir que la disposición de antena 74 transmita y reciba señales de conformación de haces analógica en uno o en unos pocos haces simultáneamente. Alternativamente, la disposición de antena 74 puede transmitir y recibir señales conformación de haces utilizando múltiples haces de una manera de tiempo multiplexada de la manera similar a la mostrada en la Figura 1D. Para una descripción más fácil, la disposición de antena 74 puede no ser mencionada explícitamente cada vez que es descrita una transmisión/recepción por la estación base 72. Sin embargo, se entiende que la comunicación de la BS 72 por el dispositivo inalámbrico 68 es a través de la unidad de antena 74.

Además de proporcionar interfaz de aire o canal de comunicación al UE 68, la BS 72 puede también realizar gestión de recursos de radio utilizando, por ejemplo, retroalimentaciones de canal recibidas desde el UE 68. El canal de comunicación, por ejemplo, el enlace de RF 76, entre el eNB 72 y el UE 68 puede proporcionar un conducto para las señales intercambiadas entre el eNB 72 y el UE 68. Además, la entidad de red o el eNB 72 pueden ser parte de una celda en donde no está presente Agregación de Portadora (CA). Sin embargo, se entiende que las enseñanzas de la presente invención se pueden aplicar igualmente también a una configuración celular basada en CA.

En la descripción siguiente, a la parte de generación de mensajes de RAR de un proceso de acceso aleatorio de acuerdo con realizaciones particulares de la presente invención se describe con referencia al dispositivo móvil 68 y a la entidad de red 72. Después de la conclusión exitosa del proceso de acceso aleatorio, el dispositivo móvil 68 puede ser considerado "unido" a la entidad de red 72 que puede ser considerada que está en "control" del dispositivo móvil 68. De este modo, los terminales - tal como el dispositivo inalámbrico 68 - que operan en la red inalámbrica 70 y unidos a la estación base 72 pueden intercambiar información entre sí por medio de la estación base 72. La red inalámbrica 70 puede ser una red densa con un gran número de terminales inalámbricos que operan de la misma. Para una mayor facilidad de ilustración, sólo uno de tales dispositivos 68 se muestra en la Figura 3. La red portadora 70 puede soportar dispositivos estacionarios así como móviles. La red de comunicación móvil 70 puede ser una red portadora celular operada, gestionada y/o que pertenece a un proveedor de servicios inalámbricos (u operador).

En una realización, la entidad de red 72 puede ser una estación base en una red de tercera generación (3G), o una estación base doméstica para una celda femto, y puede proporcionar interfaz de radio a respectivos dispositivos móviles unidos a la misma. En otras realizaciones, la estación base puede incluir un controlador de sitio, un punto de acceso (AP) un Controlador de Estación Base (BSC), una torre de radio, o cualquier otro tipo de dispositivo de interfaz de radio capaz de operar en un entorno inalámbrico.

Como se ha señalado anteriormente, la estación base (BS) 72 puede ser denominada de manera intercambiable como una "entidad de red". Adicionalmente, la BS 72 también puede ser denominada como un "nodo de acceso" o un "nodo de comunicación móvil". En el caso de una red portadora 3G 70, la estación base 72 puede incluir funcionalidades de una Estación Base de Radio 3G (RBS) junto con algunas o todas las funcionalidades de un Controlador de Red de Radio 3G (RNC) y la BS 72 también puede estar configurada para realizar generación de mensajes de RAR de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones particulares de la presente invención. Los nodos de comunicación en otros tipos de redes portadoras tales como, por ejemplo, redes de segunda generación (2G) o de cuarta generación (4G), y de aquí en adelante, pueden estar configuradas de manera similar. En la realización de la Figura 3, el nodo 72 puede estar configurado (en hardware, por medio de software o ambos) para implementar la generación de mensajes de RAR de acuerdo con las técnicas de la presente invención. Por ejemplo, cuando la arquitectura de hardware existente del nodo de acceso 72 no puede ser modificada, la generación de mensajes de RAR de acuerdo con una realización de la presente invención puede ser implementada a través de la programación adecuada de uno o más procesadores en el nodo de acceso 72 o un Controlador de Estación Base

(BSC) (si está disponible). Tal procesador(es) puede ser, por ejemplo, el procesador 175, o, más particularmente, el programador 184 mostrado en la Figura 12. Después de la ejecución del código de programa por un procesador en el nodo 72, el nodo 72 puede ser operativo para realizar diversas funciones relacionadas con eNB tales como, por ejemplo, generar mensajes de RAR con indicadores de retraso ajustables, enviar múltiples mensajes de RAR en sucesión al UE 68, recibir una o más respuestas desde el UE 68, etcétera, como se describe más adelante. De este modo, en la descripción siguiente, aunque se puede hacer referencia al nodo de comunicación 72 (o su BSC) como "realizando", "llevando a cabo" una acción o proceso, es evidente para un experto en la técnica que tal actuación puede ser realizada técnicamente en el hardware y/o software si se desea.

Aunque la descripción en la presente memoria principalmente se refiere a una estación base o a un eNB como una "entidad de red", se entiende que en ciertas realizaciones el término "entidad de red" se puede referir a, por ejemplo, una macroestación base que funciona en combinación con una entidad secundaria tal como una estación base pico o femto, una entidad secundaria tal como una estación base pico o femto, un grupo de estaciones base, un RNC, una Estación Base Transcribidora (BTS) - con o sin las funcionalidades de un BSC, un eNB distribuido, una red troncal, un BSC, o una combinación de una o más estaciones base - con o sin las funcionalidades de un BSC o un RNC - y un CN. Por ejemplo, cuando ciertas funcionalidades de RNC son implementadas en un CN, el CN puede representar la "entidad de red". Si tales funcionalidades de RNC están distribuidas entre un BS/eNB y un CN, entonces la "entidad de red" puede ser una combinación de tales BS/eNB y el CN. Por otra parte, en realizaciones particulares, una combinación de múltiples estaciones base o una única BS y algún otro nodo(s) (no mostrado) pueden constituir un "entidad de red", tal como, por ejemplo, en el caso de disposición de transmisión/recepción de Múltiples Puntos Coordinados (CoMP). Otra entidad, que puede estar basada en IP, en la red 70 o en el sistema inalámbrico 66 distintos de los mencionados anteriormente puede estar configurada para realizar como una "entidad de red" de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Cualquiera de las entidades de red mencionadas en la presente memoria pueden "realizar", "llevar a cabo" una función o proceso utilizando un hardware y/o un software configurados adecuadamente si se desea.

El eNB 72 en la realización de la Figura 3 se muestra como siendo servido y controlado por una red troncal (CN) 78. Se entiende que puede haber redes troncales adicionales (no mostradas), o bien en la misma red de operador 70 o bien en otras redes portadoras (no mostradas) en el sistema inalámbrico 66. Cuando la red portadora 70 es una red LTE, el eNB 72 puede estar conectado a la CN 78 por medio de una interfaz "S1". La red troncal 78 puede proporcionar funciones lógicas y de control tales como, por ejemplo, gestión de movilidad de terminal; la acceso a redes externas o entidades de comunicación; gestión de cuenta de abonado, facturación, soportar el servicio de abonado seleccionado tal como un servicio me llamaba de voz, Voz sobre LTE (VoLTE) y similares; la conectividad y la interconexión de Protocolo de Internet (IP) con otras redes (por ejemplo, internet) o entidades; soporte de roaming; etc.

En el caso de una red portadora LTE 70, la CN 78 puede incluir algunas o todas las funcionalidades de una Pasarela de Acceso (AGW) o un Núcleo de Paquete Evolucionado (EPC), o puede funcionar en combinación con un nodo de control/pasarela específico de subred (no mostrado). En ciertas realizaciones, la CN 78 puede ser, por ejemplo, una CN de Telecomunicaciones Móvil Internacional (IMT) tal como una 3GPP CN. En otras realizaciones la CN 78 puede ser, por ejemplo, a otro tipo de IMT CN tal como una 3GPP2 CN (para sistemas celulares basados en Acceso Múltiple de División de Código (CDMA), o una CN de ETSI TISPAN (Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeo) TIPPHON (Armonización de Protocolo de Internet y Telecomunicaciones sobre Redes) y SPAN (Servicios y Protocolos para Redes Avanzadas).

Independientemente del tipo de red portadora 70, la red troncal 78 puede funcionar para proporcionar conexión de uno o más de los UEs, similares al UE 68, a sus respectivos eNBs y, a través de los eNBs, para otros dispositivos móviles que funcionan en la red portadora 70 y también a otros dispositivos de comunicación o recursos en otras redes de voz y/o datos externas a la red portadora 70. Los dispositivos de comunicación pueden incluir teléfonos de línea de cable o inalámbricos, mientras que los recursos pueden incluir un sitio web de Internet. La red troncal 78 puede estar conectada a una red de paquete conmutado 80 tal como, por ejemplo, una red de Protocolo de Internet (IP) como Internet así como a una red de circuito conmutado 81, tal como la Red de Teléfono Conmutada Pública (PSTN) para realizar las conexiones deseadas para el UE 68 más allá de los dispositivos que operan en la red portadora 70. De este modo, a través de la conexión del eNB 72 a la red troncal 78 y el enlace de radio 76 del UE 68 con el eNB 72, el usuario del UE 68 puede acceder de forma inalámbrica (y a la perfección) para muchos recursos diferentes o sistemas más allá de los que funcionan dentro de la red 70 del operador.

La red portadora 70 puede ser una red de teléfono celular, una Red Móvil de Terreno Público (PLMN), o una red inalámbrica no celular que puede ser una red de voz, a una red de datos, o ambas. Como se ha mencionado anteriormente, la red portadora 70 puede incluir múltiples sitios de celdas (no mostrados). Un terminal inalámbrico, tal como el UE 68, puede ser una unidad de abonado en la red portadora 70. Además, partes de la red portadora 70 pueden incluir, independientemente o en combinación, cualquiera de las redes de comunicación de línea de cable o inalámbrica o actuales o futuras tales como, por ejemplo, la PSTN, una red basada en Subsistema Multimedia de IP (IMS), o un enlace de comunicación basado en satélite. De manera similar, como se ha mencionado anteriormente, la red portadora 70 puede estar conectada a Internet por medio que su conexión de red troncal 78 a la red de IP 80 o puede incluir una parte de Internet como parte de la misma. En una realización, la red de operador 70 o el sistema inalámbrico 66 pueden incluir más o menos tipos diferentes de entidades funcionales que las mostradas en la Figura

3.

Aunque se proporcionan diversos ejemplos en la descripción siguiente, principalmente en el contexto de una red LTE, las enseñanzas de la presente invención se pueden aplicar igualmente, con las modificaciones adecuadas como resultará evidente para un experto en la técnica utilizando las presentes enseñanzas, a un cierto número de diferentes sistemas o redes inalámbricos basados en Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) o Multiplexación por División de Tiempo (TDM) - celulares o no celulares - que pueden requerir que los dispositivos móviles realicen un proceso de acceso aleatorio similar al descrito anteriormente con referencia la Figura 2. Tales redes o sistemas pueden incluir, por ejemplo, sistemas/redes basados en estándares que utilizan especificaciones de Segunda Generación (2G), Tercera Generación (3G) o Cuarta Generación (4G) o sistemas no basados en estándares. Algunos ejemplos de tales sistemas o redes incluyen, pero no se limitan a Sistemas Globales para Redes de Comunicaciones Móviles (GSM), Estándar Provisional 136 (IS-136) de Alianza de Industrias de Telecomunicación/electrónicas (TIA/EIA) basado en sistemas de Acceso Múltiple de División de Tiempo (TDMA), sistemas de Acceso Múltiple de División de Código de Banda Ancha (WCDMA), redes LTE 3GPP, sistemas de Acceso de Paquetes de Alta Velocidad (HSPA) basados en WCDMA, sistemas de Datos de Paquete de Alta Velocidad (HRPD) basados en CDMA de 3GPP2, sistemas CDMA2000 o TIA/EIA IS-2000, sistemas Optimizados de Evolución de Datos (EV-DO), sistemas de Interoperatividad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX) basados en el estándar del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) IEEE 802.16e, sistemas de Telecomunicaciones Avanzadas Móviles Internacionales (ITM-Advanced) tales como sistemas avanzados de LTE, otras redes de Acceso por Radio Terrestres Universales (UTRAN) o redes UTRAN Evolucionadas (E-UTRAN) sistemas de Velocidad de Datos Mejorada/GSM para evolución GSM (GSM/EDGE), una red inalámbrica corporativa privada no basada en estándar, etc.

Las Figuras 4A y 4B son diagramas de flujo a modo de ejemplo 83, 90 que ilustran respectivamente la transmisión de mensajes de RAR por una entidad de red, tal como la estación base/eNB 72, y el procesamiento de aquellos mensajes por un UE, tal como el UE 68, de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones particulares de la presente invención. En la descripción de la presente memoria, las Figuras 4A y 4B pueden estar referidas colectivamente como "Figura 4". El diagrama de flujo 83 en la Figura 4A puede referirse a un método de transmisión de una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) desde una entidad de red 72 hasta un UE 68 cuando la entidad de red emplea la conformación de haces estrecha. Diversas etapas del método ilustradas en la Figura 4A pueden ser realizadas por la entidad de red 72. Por otra parte, el diagrama de flujo 90 de la Figura 4B se refiere a un método de procesamiento de la RAR recibida por el UE 68 desde la entidad de red 72. Diversas etapas del método ilustradas en la Figura 4B pueden ser realizadas por el UE 68. De este modo, en las realizaciones particulares, el diagrama de flujo 83 en la Figura 4A puede ser considerado como la versión modificada del funcionamiento de la generación de mensajes de RAR - transmisión de Msg2 - mostrada en el bloque 58 en la Figura 2, y el diagrama de flujo 90 de la Figura 4B puede ser considerado como la versión modificada de la transmisión de Msg3 mostrada en el bloque 60 en la Figura 2.

Haciendo referencia ahora al bloque 85 en la Figura 4A, en una realización, la que la entidad de red 72 puede generar una pluralidad de mensajes de RAR de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Cada mensaje de RAR puede portar una respectiva concesión de UL para el UE 68 para habilitar al UE a responder el mensaje de RAR. Como se ha indicado en el bloque 86, para cada mensaje de RAR, en la entidad de red 72 puede proporcionar un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje RAR en la respectiva concesión de UL portada por el mensaje de RAR. Un mensaje de RAR a modo de ejemplo de acuerdo con una realización de la presente invención se muestra en la Figura 5, el cual se describe más adelante. La entidad de red 72 también puede configurar cada indicador que retraso de tiempo específico del mensaje de RAR para proporcionar al UE una indicación de un intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir su Msg3 en el UL para responder a un respectivo mensaje de RAR, como se observa en el bloque 87. En una realización, como se describe con más detalle más adelante, el intervalo de tiempo puede ser el mismo para cada mensaje de RAR independientemente de cuál de la pluralidad de mensajes de RAR esté respondiendo el UE. Esto puede dar lugar a una correspondencia de tipo muchos a uno entre múltiples mensajes de RAR (Msg2) y un único Msg3. Por otra parte, en otra realización, el intervalo de tiempo puede ser diferente para al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR generados por la entidad de red. En ese caso, puede surgir una correspondencia de tipo muchos a muchos entre "n" mensajes de RAR (Msg2) y "m" respuestas de Msg3, en donde $n \geq m \geq 2$. Como se indica en el bloque 88, la entidad de red 72 puede transmitir sucesivamente al UE 68 todos los mensajes de RAR en la pluralidad de mensajes antes de que cualquier respuesta (Msg3) desde el UE sea recibida por la entidad de red en el UL. Como se ha observado anteriormente, esta transmisión ininterrumpida de múltiples mensajes de RAR puede incrementar la probabilidad de que la RAR procedente de la entidad de red 72 sea de hecho recibida por el UE 68, preferiblemente sobre un haz de enlace de bajada que sea lo suficientemente bueno para que el UE 68 reciba la RAR Msg2.

Haciendo referencia ahora a la Figura 4B, como se indica en el bloque 92, el UE 68 puede recibir la pluralidad de mensajes de RAR procedentes de la entidad de red 72. Como se ha mencionado con referencia los bloques 86-87 y como se ha señalado en el bloque 92, cada mensaje de RAR recibido puede incluir un indicador de retraso de tiempo específico para mensaje de RAR en la respectiva concesión de UL para el UE portado por el mensaje de RAR. Además, cada indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR puede especificar un intervalo de tiempo de UL en el que el UE 68 está programado para transmitir Msg3 en el UL a la entidad de red 72 como parte del proceso de acceso aleatorio que va a ser realizado entre el UE y la entidad de red. En una realización, el

intervalo de tiempo de UL puede ser el mismo para cada mensaje de RAR, lo que puede dar lugar al mapeado de tipo muchos a uno mencionado anteriormente entre múltiples mensajes de RAR (Msg2) y una única respuesta de UE (Msg3). En otra realización, el intervalo de tiempo de UL puede ser diferente para al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR recibidos desde la entidad de red 72, que puede soportar el mapeado de tipo muchos a muchos anteriormente mencionado entre los mensajes de RAR (Msg2) y las respuestas de UE potenciales (Msg3).

Como se ha mencionado en el bloque 93 en la Figura 4B, el UE 68 puede seleccionar al menos uno de la pluralidad de mensajes de RAR para procesar y para responder. Entonces, como se ha señalado en el bloque 94, el UE 68 puede enviar a la entidad de red 72 una respuesta para el al menos un mensaje de RAR seleccionado. La respuesta desde el UE 68 puede ser enviada durante el intervalo de tiempo de UL especificado por el mensaje de RAR seleccionado. En una realización, la respuesta procedente del UE 68 también puede identificar el mensaje de RAR seleccionado a la entidad de red 72.

La Figura 5 muestra el diagrama de bloques de un mensaje de RAR 97 a modo de ejemplo de acuerdo con las realizaciones particulares de la presente invención. El mensaje de RAR 97 puede tener un número predeterminado de bits dedicados como una concesión de enlace de subida 99, que programa el UE 68 para enviar su Msg3 en el enlace de subida. Aunque el mensaje de RAR 97 es diferente del mensaje de RAR mencionado con referencia al bloque 58 de la Figura 2, el término "Msg2" todavía puede ser utilizado en el contexto del mensaje de RAR 97 para mantener consistencia con la literatura técnica relevante. En una realización, los términos "mensaje de RAR", "concesión de RAR" o "concesión de UL" pueden ser utilizados de manera intercambiable debido a que el mensaje de RAR 97 es esencialmente un mensaje portador de concesión de UL. En ese caso, el campo de concesión de UL separado 99 puede no ser necesario que sea mostrado; puede estar "fundido" con el bloque de mensaje de RAR 97. Sin embargo, para facilitar la descripción en la presente memoria, el campo de concesión de UL 99 es tratado separado, pero como una parte del mensaje de RAR 97.

Como se muestra en la Figura 5, el campo de concesión de UL 99 portado por el mensaje de RAR 97 puede contener un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR 100. El indicador de retraso 100 puede ser relativo a (o específico de) el mensaje de RAR 97 de manera que el caso de tiempo - por ejemplo, un submarco - en donde la transmisión de UL programada (Msg3) tiene lugar puede ser ajustado individualmente para cada mensaje de RAR. Como se describe más adelante, la entidad de red 72 - más concretamente un programador en la entidad de red - puede configurar el indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR 100 para proporcionar al UE 68 una indicación de un intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir en el UL para responder al respectivo mensaje de RAR. En realizaciones particulares, el intervalo de tiempo especificado a través del indicador de retraso 100 puede ser un submarco que tenga una duración de definida tal como, por ejemplo, 1 ms, 0,2 ms, y similar. El término "submarco" se utiliza en la presente memoria para hacer referencia a una parte predefinida de un marco de radio en una red de comunicación celular basada en estándares tal como, por ejemplo, cuando una red portadora 70 es una red LTE. En otras realizaciones, al intervalo de tiempo puede ser distinto de un submarco, por ejemplo cuando en la comunicación entre la entidad de red 72 y el dispositivo inalámbrico 68 no está basada en un "submarco".

El indicador de retraso 100 puede ser un campo de bit en donde un número predeterminado de bits puede ser utilizado para indicar el intervalo de tiempo de UL (o submarco). Por ejemplo, como se expone más adelante con referencia las Figuras 6-10, el campo de bit puede ser de una longitud de 1 bit, de una longitud de 2 bit, o de una longitud de 4 bit. Sin embargo, dependiendo de la implementación deseada, el número de bits que constituyen el campo de bit de indicador de retraso 100 puede ser diferente de lo descrito en la presente memoria. A través de los bits en el campo de bit, el eNB 72 puede proporcionar un valor de retraso de tiempo para indicar al UE 68 el intervalo de tiempo de UL (o submarco) para la transmisión de Msg3. En realizaciones particulares, el valor de retraso de tiempo puede ser en términos de un número específico de submarcos el UE 68 puede necesitar esperar antes del envío de su Msg3 al eNB 72.

Como se describe con más detalle más adelante, en una realización, cada mensaje de RAR puede especificar el mismo intervalo de tiempo (submarco) incluso cuando múltiples mensajes de RAR - que tiene una estructura similar al mensaje de RAR 97 - son enviados por la entidad de red 72, e independientemente de cuál de esos múltiples mensajes de RAR el UE 68 puede responder. En otra realización, sin embargo, al menos dos de los mensajes de RAR enviados por la entidad de red 72 pueden especificar diferentes submarcos para Msg3 desde el UE 68. En caso de la misma generación de mensajes de RAR basados en intervalo de tiempo, el UE 68 que monitoriza las transmisiones de RAR durante la ventana de tiempo de RAR - que puede constituir múltiples submarcos de acuerdo con la realizaciones particulares de la presente invención - se puede garantizar que transmite en el mismo submarco independientemente de qué mensaje de RAR detecte. Esto hace posible que el eNB 72 transmita sus mensajes de RAR en diferentes haces y/o en diferentes momentos de tiempo, aumentando de este modo la probabilidad de recoger un haz de DL que sea el más adecuado (o simplemente lo suficientemente bueno) para que el UE 68 reciba un mensaje de RAR. La Figura 6 (descrita más adelante) es un ejemplo de tal mapeado de tipo muchos a uno.

En algunos casos, el UE 68 puede ser capaz de detectar varios mensajes de RAR procedentes del eNB 72. Estos mensajes de RAR pueden tener el formato similar al mensaje de RAR 97 de la Figura 5. Si estos mensajes de RAR no contienen exactamente la misma carga útil, tal como, por ejemplo, el índice de preámbulo, avance de temporización, y concesión de UL, entonces el UE 68 puede seleccionar un mensaje de RAR del conjunto detectado

de mensajes de RAR como que es el "mejor" mensaje de RAR. El "mejor" mensaje de RAR, sin embargo, debe todavía contener el índice de preámbulo correspondiente al preámbulo transmitido por el UE 68 como parte de su Msg1 al eNB 72. Tal transmisión de Msg1 puede ser similar a la descrita anteriormente con referencia al bloque 56 en la Figura 2. En una realización, el UE 68 puede seleccionar este "mejor" mensaje de RAR de acuerdo con un criterio predefinido. Por ejemplo, a partir del conjunto recibido de mensajes de RAR, el mejor mensaje de RAR puede ser seleccionado como el mensaje de RAR que tiene la relación entre Señal e Interferencia y Ruido (SINR) o potencia recibida más grande. Alternativamente, el mejor mensaje de RAR puede ser seleccionado como el primer mensaje de RAR que es recibido de manera exitosa por el UE 68 o que es recibido de manera exitosa de acuerdo con otro orden de prioridad. Tal otro orden de prioridad puede ser indicado por el eNB 72 en el propio mensaje de RAR o puede ser proporcionado de antemano al UE 68 - o bien mediante la especificación de red celular apropiada o mediante la configuración de capa más elevada - durante, por ejemplo, la fabricación del UE, el primer encendido de la respectiva red de proveedor de servicios, o la configuración de hardware/software por el proveedor de servicios. En cualquier caso, el UE 68 puede transmitir su respuesta (Msg3) al "mejor" mensaje de RAR 97 de acuerdo con la concesión de UL 99 en el mensaje de RAR seleccionado 97.

En una realización, un mapeado de tipo uno a muchos (un Msg2 a muchos Msg3) puede ser utilizado por el eNB 72 si el mejor (o preferible) haz de UL es desconocido o no puede ser determinado fácilmente a partir del Msg1 del UE - como el Msg1 en el bloque 56 en la Figura 2. En otra realización, un mapeado de tipo muchos a muchos (muchos Msg2 a muchos Msg3) puede ser utilizado en su lugar. De esta manera, el eNB 72 puede probar diferentes haces en el UL para determinar el mejor haz de UL para el UE 68.

En realizaciones particulares, el mismo preámbulo de PRACH enviado por el UE 68 como parte de su Msg1 - como el Msg1 en el bloque 56 en la Figura 2 - puede ser detectado por múltiples eNBs, puntos de acceso, u otros nodos similares en la red 70. Sin embargo, cada uno de tales nodos puede detectar el preámbulo de PRACH con un avance de temporización diferente, y responder con un correspondiente mensaje de RAR (Msg2) debido a que la red 70 puede, por ejemplo, desear que el UE 68 intente varias transmisiones de Msg3 con diferentes ajustes de avance de temporización. Cuando el UE 68 recibe múltiples mensajes de RAR procedentes de múltiples nodos/puntos de acceso (no mostrados) en la red 70, el UE 68 puede detectar un conjunto de mensajes de RAR para responder. Cada mensaje de RAR seleccionado puede contener una concesión de enlace de subida diferente, como la concesión de UL 99 en la Figura 5. El UE 68 puede entonces transmitir su Msg3 en varios submarcos - un submarco por mensaje de RAR seleccionado, basado en la concesión de UL en el mensaje. Cada Msg3 puede ser transmitido con el avance de temporización como está especificado en el correspondiente mensaje de RAR.

Como se ha mencionado anteriormente, en una realización, múltiples mensajes de RAR pueden ser recibidos por el UE 68, por ejemplo, desde diferentes puntos de acceso o nodos (no mostrados) en la red portadora 70. En una realización, el UE 68 puede tener más de una antena para recibir múltiples mensajes de RAR que son enviados por medio de diferentes haces simultáneamente. Estos múltiples puntos de acceso/nodos/estaciones base que envían mensajes de RAR al UE 68 pueden ser considerados en conjunto como una "entidad de red" en realizaciones particulares, como se ha mencionado antes. Esta situación puede surgir en el contexto de una disposición de transmisión/recepción de CoMP mencionada anteriormente. Cuando el UE 68 responde con varias transmisiones de Msg3, estas transmisiones de Msg3 son entonces destinadas para diferentes puntos de acceso también. En otra realización, varios mensajes de RAR pueden ser transmitidos en diferentes haces desde el mismo punto de acceso o el eNB, y las siguientes transmisiones de Msg3 pueden entonces ser recibidas en diferentes haces en el mismo punto de acceso durante diferentes casos de tiempo.

En una realización, el UE 68 puede estar configurado para indicar en su respuesta de Msg3 cuál de los múltiples mensajes de RAR está respondiendo el UE 68. De este modo, el Msg3 puede estar configurado para contener información referente a qué mensaje de RAR fue detectado por el UE 68 en caso de que múltiples RARs procedentes del eNB 72 programen la misma transmisión de UL (Msg3). En una realización, el Msg3 procedente del UE 68 puede incluir un campo de "retraso de Msg3" que incluye un valor de retraso de tiempo especificado por el indicador de retraso 100 en el correspondiente mensaje de RAR 97 detectado por el UE 68 y al que el UE está respondiendo. En base al valor del campo de "retraso de Msg3", el eNB 72 puede entender qué mensaje de RAR en el enlace de bajada fue recibido de forma exitosa por el UE 68. Esto es beneficioso porque proporciona a la red/eNB el conocimiento acerca de qué haz de enlace de bajada es adecuado para el UE 68 en transmisiones de enlace de bajada adicionales. En una realización, el formato estandarizado existente de Msg3 puede ser modificado para incluir el campo de "retraso de Msg3" como un nuevo campo.

La Figura 6 ilustra un mapeado del tipo muchos a uno a modo de ejemplo en un proceso de acceso aleatorio de acuerdo con una realización de la presente invención. En la Figura 6, a modo de ejemplo, una pluralidad de submarcos para transmisiones de UL y DL entre el eNB 72 y el UE 68 se muestran como una secuencia 105. Para una mayor facilidad de descripción, los submarcos están contados empezando por el número "0" para indicar el comienzo de un proceso de acceso aleatorio similar al mostrado en la Figura 2. Se entiende que el submarco-0 - que está definido por el número de referencia "107" en la Figura 6 - puede no necesariamente ser el primer submarco utilizado por el eNB 72; puede ser cualquier submarco en una comunicación basada en submarco en curso por el eNB 72, por ejemplo, con otros UEs (no mostrados) en la red 70. Como se indica en el submarco de DL 107, el eNB 72 puede enviar varias medidas de DL similares a las descritas anteriormente con referencia los bloques 52 y 54 en la Figura 2. Posteriormente, el UE 68 puede iniciar en proceso de RA enviando su Msg1 en el submarco-5 de UL,

que es identificado utilizando el número de referencia "108". En la realización de la Figura 6, el Msg1 es enviado después de un mínimo retraso de programación de cinco (5) submarcos. De este modo, como se muestra, el submarco de UL 108 es el quinto submarco desde el submarco de DL 107. Este mínimo retraso de programación puede variar en diferentes realizaciones. Se observa en este caso que el Msg1 puede no estar típicamente programado por el programador en el eNB 72, pero en su lugar estar decidido ("programado") por el UE 68. En una realización, el UE 68 puede estar preconfigurado con información acerca del recurso de PRACH que va a ser utilizado para el submarco de transmisión de Msg1, haciendo posible que el UE 68 envíe su Msg1 en consecuencia. Tal información de preconfiguración puede ser parte de la información recibida en el bloque 54 (Figura 2). Alternativamente, en otra realización, el submarco de PRACH puede ser un submarco fijo definido en el estándar 3GPP apropiado.

En la secuencia 105, el submarco que porta señales de DL se muestra utilizando un rectángulo punteado con la letra "D" dentro, mientras que el submarco que porta señales de UL se muestra utilizando un rectángulo con líneas inclinadas y con la letra "U" dentro. Sin embargo, en algunos casos, estas letras están omitidas para una mayor claridad del dibujo. Además, en la descripción en la presente invención, un submarco está identificado de una o dos formas dependiendo del contexto de descripción: (a) utilizando el número de submarco, como "submarco-5", "submarco-10", "submarco-17" y así sucesivamente, o (b) utilizando un número de referencia correspondiente sin un guion ("-") enlazando la palabra "submarco" y su número de referencia, como "submarco 108" (haciendo referencia al submarco-5), "submarco 112" (haciendo referencia al submarco-10), y así sucesivamente.

En la ilustración de la Figura 6, una ventana de respuesta de RA 110 también empieza después del retraso de programación mínimo fijo de 5 submarcos. De este modo, como se muestra, la ventana de respuesta de RA 110 puede empezar desde el submarco-10, que está definido utilizando el número de referencia "112" y es el quinto submarco después del submarco de Msg1 108. En una realización, el valor de la ventana de RAR 110 puede ser una variable de sistema que puede ser señalizada al UE 68 como el parámetro ResponseWindow en la difusión del sistema de información (SI) en la red 70, como el SI en el bloque 54 en la Figura 2. En el ejemplo de la Figura 6, la ventana de respuesta de acceso aleatorio 110 se muestra abarcando dieciséis (16) submarcos de DL - desde el submarco-10 al submarco-25 (que está identificado por el número de referencia "113"). Para una ilustración más fácil, sólo los submarcos relevantes en la ventana de RAR 110 están identificados con números de referencia. Además, para una mayor simplicidad de ilustración, la letra "D" está omitida de los submarcos en la ventana de RAR 110. Después de enviar su Msg1, el UE 68 puede monitorizar el Msg2 durante la ventana de RAR 110. Los múltiples mensajes de RAR de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención pueden ser transmitidos sucesivamente a través de una ventana de RAR. En la realización de la Figura 6 dieciséis (16) mensajes de RAR (Msg2) son mostrados para ser transmitidos por el eNB 72 en hasta 16 haces de DL diferentes, utilizando 1 haz por TTI (o submarco) como se ha señalado en el bloque 115. En realizaciones particulares, puede ser transmitido más de un submarco repitiendo el mismo haz en varios submarcos, en cuyo caso puede haber menos de 16 haces. En otra realización, podría haber más de un haz en cada TTI transmitiendo el mismo Msg2. Esto puede ser útil en una situación en la que necesitan ser probados más haces de DL que los submarcos disponibles en la ventana de RAR. Cada mensaje de RAR está configurado de manera que el indicador de retraso específico de cada mensaje 100 proporciona el mismo intervalo de tiempo (o submarco) para que el UE 68 envíe su Msg3, independientemente de cuál de los mensajes de RAR en la ventana de RAR 110 esté respondiendo el UE 68. De este modo, como se muestra en la Figura 6, cada concesión de UL específica de mensaje de RAR, como la concesión de UL 99 en la Figura 5, aportada por un mensaje de RAR en la ventana de RAR 110 programa la siguiente transmisión de UL (Msg3) en el submarco-30, que está identificado con el número de referencia "117".

El mapeado anteriormente mencionado del tipo muchos Msg2 a un Msg3 puede ser realizado utilizando un desplazamiento que indica un retraso con relación al submarco en el que el respectivo mensaje de RAR es transmitido. Como se ha descrito anteriormente, el desplazamiento que indica retraso puede ser proporcionado a través de valores de bits apropiados en el campo de indicador de retraso específico de cada mensaje RAR 100. Dos ejemplos de estos retrasos relativos se muestran en la Figura 6 en el contexto del submarco-10 y del submarco-21, que está identificado con el número de referencia "119". Asumiendo la programación de Msg3 en el submarco de UL 117 y asumiendo el retraso de programación mínimo fijo anteriormente mencionado de 5 submarcos, el indicador de retraso específico de cada mensaje de RAR 100 en el mensaje de RAR en el submarco de DL 112 indicaría un valor de retraso total de 20 submarcos, informando con ello al UE 68 de que retrase su transmisión de Msg3 hasta que el 20º submarco - que será el submarco-30 - es alcanzado después del submarco-10, como se ilustra mediante la flecha 121. Por otra parte, el indicador de retraso en el mensaje de RAR en el submarco de DL 119 indicaría un valor de retraso total de sólo 9 submarcos para especificar el 30º submarco 117 para el Msg3 del UE, como se ilustra mediante la flecha 123. En la ilustración a modo de ejemplo de la Figura 6, el desplazamiento de retraso en un mensaje de RAR en la ventana de RAR 110 puede tener valores comprendidos entre 5 (para el último submarco 113) y 20 (para el primer submarco 112).

En una realización, el indicador retraso específico de mensaje de RAR 100 puede ser un campo de bit que indica un valor de retraso comprendido entre 0 y "d". El valor de retraso puede ser tal que el retraso de programación total medido en los submarcos desde los respectivos mensajes de RAR se convierte en " $d_0 + d$ " submarcos, en donde " d_0 " es el retraso de programación mínimo fijo implementado por el eNB 72. De este modo, para una concesión de UL, como la concesión de UL 99 en la Figura 5, aportada por un mensaje de RAR transmitido en un número de submarco " n_{grant} ", el Msg3 puede ser programado para ser transmitido en un submarco que es derivado utilizando la

siguiente fórmula o ecuación:

$$\text{Submarco de Msg3} = n_{\text{grant}} + d_0 + d \quad (1)$$

A modo de ejemplo, para el submarco 112 en la Figura 6, $n_{\text{grant}}=10$, $d_0=5$, y $d=15$; mientras que para el submarco 119 en la Figura 6, $n_{\text{grant}}=21$, $d_0=5$, y $d=4$. En realizaciones particulares, el UE 68 puede estar configurado, por ejemplo, por el eNB 72, con el valor específico de red de " d_0 " y con la fórmula anterior para habilitar al UE 68 para calcular el submarco de UL para Msg3 basado en el valor de " d " en el mensaje de RAR detectado por el UE 68.

Suponiendo $d_0 = 5$, en el contexto de la realización de la Figura 6, el campo indicador de retraso 100 en cada mensaje de RAR en la ventana 110 puede ser un campo de 4 bit que representa un valor de " d " procedente del conjunto $d = \{0, 1, \dots, 15\}$. De este modo, por ejemplo, el campo indicador del retraso 100 en el mensaje de RAR en el submarco 113 en la Figura 6 contendría los bits "0000" para $d=0$, el campo indicador que el retraso 100 en el mensaje de RAR en el submarco 112 contendría los bits "1111" para $d=15$, el campo indicador de retraso 100 en el mensaje de RAR en el submarco 119 contendría los bits binarios "0100" para $d=4$, y así sucesivamente. De este modo, con el fin de programar el mismo submarco de UL - por ejemplo, el submarco 117 en la Figura 6 - utilizando diferentes mensajes de RAR transmitidos en consecutivos submarcos de DL, el eNB 72 puede reducir el valor del retraso " d " en "1" para cada intento de transmisión de RAR.

En realizaciones particulares, para cada intento de transmisión de RAR, el eNB 72 puede también convocar el haz de DL con el fin de cubrir finalmente el UE 68 objetivo. La Figura 7 ilustra cómo el eNB 72 de la Figura 3 puede utilizar conmutación de haz para habilitar al UE, tal como el UE 68, a recibir al menos uno de una pluralidad de mensajes de RAR transmitidos por el eNB 72 de acuerdo con una realización de la presente invención. Del submarco-15 al submarco-17 enumerados en la Figura 7 se muestran en la Figura 6 debajo del segmento de ventana de RAR 110. Para una ilustración más fácil, los haces de todos los submarcos en la ventana de RAR 110 no se muestran en la Figura 7. Como se muestra la figura 7, los mensajes de RAR (Msg2) pueden ser transmitidos en diferentes haces 125-127 y en diferentes submarcos, pero el UE 68 es capaz de recibirlo sólo en el submarco-17, que está identificado con el número de referencia "130" en la Figura 6. Para el mensaje de RAR transmitido en el submarco-17 de DL, la ecuación (1) anteriormente mencionada daría lugar a los siguientes valores cuando Msg3 es programado para el submarco-30 del UL: $n_{\text{grant}}=17$, $d_0=5$, y $d=8$. Por lo tanto, en caso de la representación de retraso de 4-bit anteriormente mencionada, el campo indicador de retraso 100 en el mensaje de RAR en el submarco 130 contendría los bits binarios "1000" para $d=8$. Como se ha señalado anteriormente, el UE 68 ya puede ser consciente de la fórmula predefinida " $n_{\text{grant}}+d_0+d$ ". Por tanto, en el UE 68 puede usar el valor recibido de " d " en la fórmula para determinar qué el submarco-30 ha sido programado por el eNB 72 como la concesión de UL para respuesta del UE Msg3.

En otra realización, la resolución del campo indicador del retraso 100 - el valor del cual está representado por el parámetro " d " mencionado anteriormente - puede ser disminuida, tal como, por ejemplo, utilizando menos números de bits para el parámetro " d ". Por tanto, el número total de bits en el campo de concesión de UL 99 (Figura 5) se reduce también. Tal resolución reducida puede permitir el mapeado de tipo muchos a muchos entre los mensajes de RAR y las correspondientes respuestas de UL (Msg3) como se describe más adelante con referencia la Figura 8.

La Figura 8 muestra posibles mapeados del tipo muchos a muchos y del tipo muchos a uno en su proceso de acceso aleatorio de acuerdo con una realización de la presente invención. La secuencia de submarcos 135 a modo de ejemplo de la Figura 8 es sustancialmente similar a la secuencia 105 de la Figura 6 y, por tanto, para una descripción más fácil, se utilizan los mismos números de referencia en las Figuras 6 y 8 para los elementos, características o funcionalidades comunes. Sin embargo, la descripción de tales elementos o características comunes no se repite para una mayor brevedad. La secuencia 135 a modo de ejemplo de la Figura 8 difiere de la secuencia 105 descrita anteriormente en la Figura 6 en que la ventana de RAR 137 en la Figura 8 es más larga que en la Figura 6. La ventana de RAR 137 en la Figura 8 abarca desde el submarco-10 (número de referencia "112") hasta el submarco-33, que está identificado con el número de referencia "139". Además, sólo se muestra cuatro (4) mensajes de RAR que van a ser enviados a través de sucesivos submarcos de DL 10 a 13 en la Figura 8, opuestos a los dieciséis (16) mensajes de RAR en la Figura 6. El submarco-13 está identificado con el número de referencia "140". Para una ilustración más fácil, los submarcos 11 y 12 no están identificados utilizando números de referencia.

En la realización de la Figura 8, el eNB 72 puede utilizar la siguiente fórmula o ecuación para determinar el submarco(s) de UL que puede ser especificado con el UE 68 para Msg3:

$$\text{Submarco de Msg3} = [(n_{\text{grant}} + d_0 + dN_{\text{res}})/N_{\text{res}}]N_{\text{res}} \quad (2)$$

La ecuación anterior tan piel se puede escribir como: Submarco de Msg3 = $\text{ceil}((n_{\text{grant}} + d_0 + dN_{\text{res}})/N_{\text{res}}) * N_{\text{res}}$, en donde "ceil" se refiere a la operación de "formación del techo". En la ecuación anterior (2), los parámetros " n_{grant} " y " d_0 " son los mismos que los de la ecuación (1). En otras palabras, " n_{grant} " representa el número de submarcos de DL en el que una concesión de UL para Msg3 está siendo transmitida, y " d_0 " representa el mínimo retraso de programación fijo, que se supone que es de 5 submarcos ($d_0 = 5$) en la exposición en la presente memoria. El parámetro " N_{res} " se refiere a una resolución predeterminada, que en la descripción de la presente memoria, se supone que es una resolución de cada 5º submarco ($N_{\text{res}} = 5$). Como antes, en realizaciones particulares, los valores

predeterminados de " d_0 " y " N_{res} " pueden estar disponibles para el UE 68 por adelantado - tal como, por ejemplo, después del registro inicial del UE en la red del operador 70, o a través de mensaje(s) de SI desde el eNB 72 o después de la adaptación del UE por su fabricante o un proveedor de servicios celulares para el funcionamiento dentro de la red portadora 70 - para hacer posible que el UE 68 determine el submarco apropiado para la transmisión de su Msg3 utilizando el valor de " d " recibido en el correspondiente submarco de DL " n_{grant} ". En la realización de la Figura 8, el parámetro " d " en la ecuación (2) es sólo de un bit de longitud, proporcionando dos valores binarios posibles para d - o bien "0" o bien "1", o $d = \{0,1\}$. Por lo tanto, el campo indicador de retraso 100 (Figura 5) en cada Msg2 de DL en los submarcos 10 a 13 será sólo de un bit de longitud, al contrario que la versión de 4 bit de longitud en la realización de la Figura 6.

Haciendo referencia ahora a la ecuación (2), con los valores anteriormente mencionados para " d_0 " y " N_{res} ", los siguientes cálculos pueden dar lugar a diferentes valores de " d " para un " n_{grant} " dado. Para $n_{grant} = 10$ (haciendo referencia al submarco-10 en la Figura 8) el correspondiente Msg3 puede ser programado para el submarco-15 de UL (cuando $d=0$) o el submarco-20 de UL (cuando $d=1$). El submarco-15 está identificado con el número de referencia "142", y el submarco-20 está identificado con el número de referencia "143". Para $n_{grant} = 11$ (haciendo referencia al submarco-11 en la Figura 8), el correspondiente Msg3 puede ser programado para el submarco-20 de UL (cuando $d=0$) o el submarco-25 de UL (cuando $d=1$). De manera similar, para $n_{grant} = 12$ (haciendo referencia al submarco-12 en la Figura 8) y $n_{grant} = 13$ (haciendo referencia al submarco-13 en la Figura 8), el submarco-20 (para $d=0$ en cada caso) o el submarco-25 (para $d=1$ en cada caso) pueden ser programados para Msg3 de UL. Aunque no esté identificado en la Figura 8, el submarco-25 está identificado con el número de referencia "152" en la Figura 9.

A partir de los cálculos anteriores, se observa que potencialmente tres submarcos de UL diferentes 142-143 pueden ser especificados por Msg3 dependiendo el valor de " d ". Si el programador en el eNB 72 está configurado para implementar un mapeado del tipo Msg2 a muchos Msg3, entonces el programador puede especificar $d=0$ para los campos indicador de retraso que los mensajes de RAR en el submarco-10, submarco-11, submarco-12, y submarco-13. En este caso, al menos dos mensajes de RAR pueden especificar diferentes casos de tiempo - el submarco-15 y el submarco-20 ilustrados en la Figura 8 - en los que el UE 68 puede ser programado para transmitir su Msg3 en el UL. Diferentes valores de " d " para diferentes mensajes de RAR pueden ser utilizados así como para mapeados del tipo muchos a muchos. Por otra parte, si el programador en el eNB 72 está configurado para implementar un mapeado de muchos Msg2 a un Msg3, en donde se programador puede especificar $d=1$ para el campo indicador de retraso en el mensaje de RAR en el submarco-10 y $d=0$ para los campos indicadores de retraso en cada uno de los mensajes de RAR transmitidos en los submarcos 11 a 13. En este caso de tipo muchos a uno, el UE 68 puede transmitir su Msg3 en el submarco-20 solo independientemente del cuál de la pluralidad de Msg2 está respondiendo el UE, como se ilustra mediante las flechas identificadas conjuntamente utilizando el número de referencia "145" en la Figura 8.

Se observa aquí que los submarcos 15 y 20 en la Figura 8 únicamente son a modo de ejemplo. Una ecuación que es diferente de la ecuación (2), o un valor diferente de " d_0 " o cualquier otro parámetro la ecuación (2), puede dar lugar a más de dos submarcos candidatos. En ese caso, se entiende que un eNB 72 puede programar más de dos submarcos de UL para Msg3 utilizando un enfoque que es similar al mapeado de tipo muchos a muchos, descrito con referencia la Figura 8. Como se ha mencionado antes, si el mejor haz de UL (o el más adecuado) para el UE 68 es desconocido por no puede ser determinado fácilmente a partir del Msg1 del UE - como el Msg1 en el bloque 56 en la Figura 2, entonces el eNB 72 puede utilizar un mapeado de tipo uno a muchos (descrito más adelante) para Msg3 de manera que el eNB 72 puede probar diferentes haces en el UL para determinar el mejor haz de UL para el UE 68.

En una realización, un mapeado de tipo unos a muchos (un Msg2 a muchos Msg3) puede ser utilizado por el eNB 72, por ejemplo, para determinar el mejor haz de UL para el UE 68. Un mensaje de RAR (Msg2), como el mensaje de RAR 97 de la Figura 5 puede ser configurado para incluir una bandera/parámetro de tipo "uno a muchos" (no mostrado en la Figura 5) que puede ser señalado al UE 68 en el mensaje de RAR. En una realización, esta bandera puede ser un campo de un único bit, separado, 101 como se muestra mediante el bloque de puntos en la Figura 5. En otra realización, esta bandera puede ser parte de la concesión de UL 99 por el campo indicador de retraso 100 como tal, por ejemplo, un bit extra añadido al valor binario de " d " - o bien al final o bien al principio de los bits que constituyen " d ". Si un mensaje de RAR contiene tal bandera de tipo unos a muchos o el bit de bandera ha sido reafirmado por el eNB 72, entonces el UE 68 puede interpretar la bandera de una forma predefinida. Por ejemplo, el UE 68 puede utilizar primero el valor indicador de retraso específico del mensaje de RAR " d " en una fórmula predefinida - como la ecuación (2) anterior - para determinar el submarco de UL para su posterior Msg3. El UE 68 puede entonces también considerar un número predeterminado de submarcos consecutivos, por ejemplo, tres (3) submarcos, después de que el submarco determinado inicialmente esté siendo programado para su Msg3, cuando una bandera de tipo uno a muchos está presente en el mensaje de RAR. De esta manera, un único mensaje de RAR puede ser utilizado para señalar múltiples submarcos de UL consecutivos al UE 68 para la transmisión de Msg3. El mensaje de RAR con bandera de tipo uno o muchos puede ser enviado solo o puede ser uno de múltiples mensajes de RAR transmitidos por el eNB 72. En realizaciones particulares, puede ser beneficioso tener un mensaje de RAR dando ascenso a varios Msg3 tales como, por ejemplo, en el caso en el que haya incertidumbre referente a cuál es el mejor haz de UL y, por tanto, son utilizados varios haces de UL para incrementar la posibilidad de que el eNB reciba el Msg3.

Para facilitar los mapeados anteriormente mencionados del tipo muchos a uno, muchos a muchos, uno a muchos, es importante que el programador en el eNB 72 no programe el Msg3 en el mismo submarco en el que el programador puede desear transmitir un mensaje de RAR. Por ejemplo, en el contexto de la ventana de RAR 137 en la Figura 8, si el eNB 72 elige transmitir mensajes de RAR en el submarco-18 al submarco-20, entonces una ecuación distinta de la ecuación (2) puede tener que ser utilizada para derivar los submarcos para que Msg3 sea programado utilizando el submarco-10 de DL al submarco-13 de DL, o, alternativamente, la resolución del indicador de retraso "d" puede tener que ser incrementada 2 bits, 3 bits, 4 bits, o cualquier otro número adecuado de bits, para que se cumpla la ecuación (2) y un submarco de UL apropiado distinto del submarco-20 es seleccionado para Msg3.

Puede ser posible que algunos submarcos de UL fijos puedan ser necesitados por el programador del eNB 72 para fines especiales tales como, por ejemplo, transmitir una señal de sincronización (sync) de DL o información de sistema (SI). La señal sync puede ser utilizada por el UE 68 para detectar y corregir el submarco y la temporización de marco de radio cuando se comunica con el eNB 72. En una realización, el submarco de DL para transmitir una señal sync puede ser fijado en la red portadora 70. En ese caso, puede surgir un conflicto si una fórmula, como la ecuación (2), proporciona un submarco que no puede ser utilizado para la transmisión de Msg3 porque ya está reservado para un fin especial. Un intento de resolución de conflicto a modo de ejemplo se describe más adelante.

La Figura 9 ilustra cómo un submarco de UL para Msg3 puede ser programado cuando un submarco inicialmente calculado para concesión de Msg3 indica un submarco que está reservado para una finalidad especial de acuerdo con una realización de la presente invención. La transmisión de una señal sync mencionada en el párrafo anterior es un ejemplo de tal "finalidad de especial". La secuencia de submarcos 150 en la Figura 9 es una versión ligeramente modificada de la secuencia 135 de la Figura 8, pero por lo demás es sustancialmente similar a la secuencia 135 de la Figura 8. Por lo tanto, la descripción común aplicable a las Figuras 8-9 no se repetirá aquí para una mayor brevedad. De manera similar, con el fin de facilitar la descripción, son utilizados los mismos números de referencia en las Figuras 8-9 para hacer referencia a los elementos, características o funcionalidades comunes.

En la realización de la Figura 9, la ecuación (2) es todavía utilizada para determinar el submarco de UL para Msg3, pero, el indicador de retraso "d" tiene 2 bits en lugar de la versión de 1 bit en la realización de la Figura 8. De este modo, cuatro valores diferentes pueden ser posibles para "d", o $d = \{0, 1, 2, 3\}$. En representación binaria, $d = \{00, 01, 10, 11\}$. Con $d_0 = 5$ y $N_{res} = 5$, la ecuación (2) puede determinar los siguientes submarcos de UL (Msg3) "candidatos" para el submarco-10, dependiendo del valor de "d": submarco-15 cuando $d = 0$, submarco-20 cuando $d = 1$, submarco-25 cuando $d = 2$, y el submarco-30 cuando $d = 3$. Con $d_0 = 5$ y $N_{res} = 5$, la ecuación (2) puede determinar los siguientes submarcos de UL (Msg3) "candidatos" para submarcos de DL 11 a 13, dependiendo del valor de "d": submarco-20 cuando $d = 0$, submarco-25 cuando $d = 1$, submarco-30 cuando $d = 2$, y submarco-35 (no mostrado) cuando $d = 3$. El submarco-25 está identificado mediante el número de referencia "152" y el submarco-30 está identificado mediante el número de referencia "153". En realizaciones particulares, pueden ser utilizados diferentes valores de "d" en diferentes mensajes de RAR para realizar el mapeado de tipo muchos a muchos o de tipo muchos a uno de manera similar a la descrita anteriormente con referencia la Figura 8; aunque con sólo un indicador de retraso de 2 bit en comparación con la versión de 4 bit en la realización de la Figura 6.

Como se muestra a modo de ejemplo en la Figura 9, el submarco-25 puede ser un submarco de DL reservado para una finalidad especial. Por lo tanto, puede surgir un conflicto cuando una fórmula, como la ecuación (2), proporciona un submarco que no puede ser utilizado para la transmisión de Msg3 de UL debido a que ya está reservado para una transmisión especial.

En una realización, el programador en el eNB 72 puede utilizar una regla que proporciona que tal conflicto puede ser resuelto seleccionando un submarco vecino en el submarco inicialmente calculado. El submarco vecino puede ser el submarco que se produce antes o después del submarco en conflicto. De este modo, en base a los resultados de la ecuación (2) para diferentes valores de "d", si el programador en el eNB 72 fuera a seleccionar el submarco-25 candidato para la concesión de Msg3, en la realización de la Figura 9, el programador puede ser configurado para elegir el submarco-24 en lugar de la concesión de UL (Msg3). El submarco-24 precede al submarco-25 en conflicto, y está identificado mediante el número de referencia "154". En otra realización, el submarco-26 posterior puede ser seleccionado en su lugar. De este modo, de forma más general, la regla de resolución del conflicto puede especificar la reprogramación automática de manera que, en el caso de que un submarco reservado esté siendo indicado (por una fórmula/ecuación) para concesión de UL, el programador puede utilizar el submarco anterior o posterior disponible. El submarco "revisado" puede ser especificado directamente en la concesión de UL, tal como la concesión de UL 99 en la Figura 5, en el correspondiente mensaje de RAR (Msg2). En ese caso, el valor del campo indicador de retraso, tal como el campo 100 en la Figura 5, puede ser ignorado por el UE 68. Por otra parte, en otra realización, en lugar de especificar directamente el submarco "revisado", el programador en el eNB 72 puede en su lugar reconfigurar el indicador de retraso de tiempo específico de cada mensaje de RAR con un valor diferente de "d", de manera que el indicador de retraso se refiere ahora a otro submarco de radio que se produce antes (o después) del submarco reservado. Tal submarco "de sustitución" puede no necesariamente ser un vecino inmediato del submarco reservado como en la realización de la Figura 9. El eNB 72 puede entonces transmitir el mensaje de RAR reconfigurado - que contiene el valor revisado de "d" - al UE 68. Por ejemplo, si el programador en el eNB 72 está configurado para implementar un mapeado de tipo muchos a uno utilizando diferentes valores de "d" (dependiendo de n_{grant}) en la ecuación (2) anterior - por ejemplo, $d = 2$ para $n_{grant} = 10$ y $d = 1$ para $n_{grant} > 10$ (submarcos 11 a 13), entonces el programador puede preparar inicialmente el mensaje de RAR para el submarco-10

con $d=2$ y entonces aprender del conflicto que surge desde este valor de $d=2$. Como resultado, antes de transmitir este mensaje de RAR en el submarco-10, el programador puede reconfigurar de forma adaptativa el mensaje de RAR con cualquiera de los otros valores de "d" y después transmitir el mensaje reconfigurado en el submarco-10. El programador puede realizar una reconfiguración similar para cada uno de los otros submarcos 11 a 13 para el mapeado de tipo muchos a uno deseado. Se entiende que, cuando no hay conflicto, el programador puede no necesitar realizar tal reconfiguración adaptativa de los mensajes de RAR y, por tanto, el programador puede continuar utilizando los valores seleccionados de "d" que dependen de " n_{grant} ".

En otra realización, la reconfiguración descrita anteriormente puede no ser realizada por el programador en el eNB 72. El programador puede no comprobar si hay o no o cualquier conflicto, y puede o no modificar cualquier valor preestablecido de "d". En su lugar, el UE 68 puede estar configurado, por ejemplo, a través de una regla predefinida o preseñalizada desde el eNB 72, con información acerca de la determinación de los submarcos reservados. En ese caso, cuando el UE 68 calcula el submarco para su Msg3 utilizando el valor de "d" recibido desde el eNB 72, el UE 68 puede detectar el conflicto y, como resultado, el UE 68 puede realizar la "reconfiguración" seleccionando un submarco de UL diferente para Msg3 para evitar el conflicto con el submarco reservado.

La Figura 10 es una ilustración a modo de ejemplo del retraso de Msg3 que está siendo especificado con relación al Msg1 de acuerdo con una realización de la presente invención. La secuencia de submarco 160 en la Figura 10 es una versión ligeramente modificada de la secuencia 150 en la Figura 9, pero por lo demás es sustancialmente similar a la secuencia 150 de la Figura 9. Por lo tanto, la descripción común aplicable a las Figuras 9-10 no se repite aquí para una mayor brevedad. De manera similar, para una descripción más fácil, se han utilizado los mismos números de referencia en las Figuras 9-10 para hacer referencia a los elementos, características o funcionalidades comunes. En la realización de la Figura 10, la concesión de retraso de UL para cada mensaje de RAR en el submarco-10 al submarco-13 está especificada con relación al Msg1 del UE en el submarco-5 en lugar de con relación al submarco que contiene el correspondiente mensaje de RAR (Msg2) como el caso de la realizaciones de las Figuras 6, 8 y 9. En la realización de la Figura 10, todas las transmisiones de Msg2 en los submarcos 10, 11, 12 y 13 pueden entonces contener la misma concesión de retraso, y pueden también indicar el mismo número de submarcos - en este caso, el submarco-20 - para Msg3, como se ilustra mediante la flecha 162. En una realización, esta concesión de retraso puede estar especificada como un valor binario, que el UE 68 puede utilizar como un "contador" para determinar el submarco de UL 143 para Msg3. Por ejemplo, cada mensaje de RAR en la Figura 10 puede incluir un valor binario de 4 bit "1111" ($d = 15$) como un indicador de retraso para dar instrucciones al UE 68 para transmitir su Msg3 en el 15º submarco después del submarco-5 de Msg1. Por lo tanto, en la realización de la Figura 10, puede no haber dependencia del número de submarcos del submarco en el que es transmitido el Msg2.

Un beneficio de la programación basada en Msg1 es que todas las transmisiones de Msg2 pueden ser idénticas o pueden tener al menos el mismo campo indicador de retraso, de manera que el UE 68 receptor puede combinar las señales recibidas (mensajes de RAR) desde varios submarcos de Msg2 en un detector basado en UE (no mostrado) para Msg2. El UE 68 puede entonces utilizar, por ejemplo, combinación coherente, no coherente, o de valor blando en el detector de Msg2. En una realización, un mensaje distinto de Msg1 puede ser seleccionado como una "referencia" con relación a la cual la concesión de retraso de UL para Msg3 puede ser especificada por el eNB 72.

Se observa en este caso que el parámetro " n_{grant} " en las ecuaciones (1) y (2) anteriores se utiliza para hacer referencia al submarco de DL que porta un mensaje de RAR. Sin embargo, únicamente con fines ilustrativos, si el parámetro " n_{grant} " es utilizado para hacer referencia al submarco de UL 108 que lleva el Msg1, entonces $n_{\text{grant}} = 5$. Además, en el caso de $n_{\text{grant}} = 5$, el valor anterior de $d_0 = 5$ puede tener que ser modificado para evitar el conflicto con submarcos de DL que contienen Msg2. Por lo tanto, en la realización de la Figura 10, $d_0 = 10$. Estos nuevos valores de $n_{\text{grant}} = 5$ y $d_0 = 10$ pueden ser utilizados en la ecuación (2) anterior para llegar a los submarcos que tienen los números de referencia 142, 143, 154 (para evitar el conflicto con el submarco-25), y 153 en la Figura 10 para cuatro valores diferentes de $d = 00, 01, 02$ y 03 , respectivamente. En una realización, si la ecuación (2) se utiliza para llegar al submarco para Msg3 de UL, el UE 68 puede ser configurado para utilizar estos nuevos valores de " n_{grant} " y " d_0 " para realizar los cálculos con relación al submarco 108 de Msg1. Se observa que, en esta realización, el indicador de retraso sólo requiere 2 bits, en comparación con el indicador de retraso basado en 4 bits ($d = 1111$) expuesto anteriormente.

Se observa a partir de la descripción de las Figuras 6-10 que múltiples transmisiones de RAR de acuerdo con las realizaciones particulares de la presente invención aumentan la probabilidad de que al menos un mensaje de RAR sea recibido por el UE 68 cuando el eNB 72 emplea conformación de haces estrecha. Por otra parte, por ejemplo, el estándar 3GPP TS 36.213 mencionado anteriormente y otros estándares celulares relevantes especifican un mapeado del tipo uno a uno entre un mensaje de RAR en el DL y su correspondiente Msg3 en el UL. Tal mapeado del tipo uno a uno puede no resolver el problema de una no recepción del UE del único mensaje de RAR, especialmente cuando se emplea conformación de haces analógica por el eNB. Por lo tanto, las realizaciones particulares de la presente invención proporcionan al eNB la flexibilidad para elegir cualquiera de los mapeados siguientes: el mapeado tradicional de tipo uno a uno, el mapeado de tipo uno a muchos descrito anteriormente, el mapeado de tipo muchos a uno, como se ha descrito anteriormente con referencia a las realizaciones a modo de ejemplo de las Figuras 6 y 8-10, o el mapeado de tipo muchos a muchos como se ha descrito también con referencia a las realizaciones a modo de ejemplo de las Figuras 8-10. En realizaciones particulares, estas elecciones son posibles debido a la inclusión de un indicador de retraso de programación en la concesión de UL portada por el

mensaje de RAR. El indicador de retraso puede tener cualquier longitud de bit. En una realización, el indicador de retraso puede ser de longitud de bit variable. Por ejemplo, el número de bits en los campos indicadores de retraso en dos mensajes de RAR procedentes del mismo eNB pueden diferir dependiendo de, por ejemplo, los haces en los que estos mensajes de RAR sean transmitidos, o los UEs a los que estos mensajes de RAR están dirigidos. Otras configuraciones de mensajes de RAR que contienen indicador de retraso también pueden ser concebidas en base a las enseñanzas de la presente invención.

La Figura 11 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico a modo de ejemplo, tal como el dispositivo inalámbrico 68, de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ha señalado anteriormente, el dispositivo móvil o inalámbrico 68 puede ser un UE, un terminal de acceso (AT), o cualquier otro dispositivo inalámbrico que opere en una red portadora tal como, por ejemplo, la red 70 de la Figura 3. El dispositivo inalámbrico 68 puede incluir un procesador 165, una memoria 167, y un transceptor 168. En algunas realizaciones, la memoria 167 puede incluir también memoria en la tarjeta de Módulo de Identidad de Abonado (SIM) del UE. El procesador 165 puede incluir un Módulo de Procesamiento de Mensaje de RAR 170, que puede incluir código de programa para procesar los mensajes de RAR que contienen indicador de retraso de tiempo recibidos desde una entidad de red, tal como el eNB 72 en la red 70, de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Después de la ejecución del código de programa del módulo 170 por el procesador 165, en procesador puede configurar el dispositivo inalámbrico 68 para realizar diversas tareas de procesamiento de mensaje de RAR descritas en la presente memoria anteriormente con referencia las Figuras 4B y aquellas tareas que son necesarias que sean realizadas por el UE 68 en las realizaciones de las Figuras 6-10 para generar y enviar una o más respuestas de UL (Msg3). Tales tareas incluyen, por ejemplo, almacenar una fórmula o ecuación predefinida, recibir un mensaje de RAR con un indicador de retraso, utilizar la ecuación almacenada o algún otro medio para determinar el valor del retraso de tiempo para Msg3 en base al indicador de retraso, generar al menos un Msg3, transmitir el Msg3 correspondiente al mensaje de RAR recibido, etc.

La memoria 167 puede almacenar, por ejemplo, los mensajes de RAR recibidos, cada Msg3 ha generado en UE antes de su transmisión en el UL por el transceptor 168, y otro contenido de datos de usuario. El transceptor 168 puede comunicarse con el procesador 165 para realizar transmisión/recepción de datos, control, u otra información de señalización - por medio de una unidad de antena 172 - a/desde la entidad de red con la que el dispositivo inalámbrico 68 puede estar en comunicación. Por ejemplo, en una realización, el procesador 165 puede recuperar un Msg3 almacenado en la memoria 167 y proporcionarlo al transceptor 168 para que sea enviado a la entidad de red como respuesta a un mensaje de RAR procedente de la entidad de red borrado por el UE 68. El transceptor 168 puede ser una única unidad o puede comprender dos unidades separadas - un transmisor (no mostrado) y un receptor (no mostrado). La unidad de antena 172 puede incluir una o más antenas y, en algunas realizaciones, puede habilitar al UE 68 para operar en un entorno de Agregación de Portadora (CA). La unidad de antena 172 puede recibir las señales de conformación de haces analógicas procedentes del eNB 72 y proporcionarlas al transceptor 168 para el procesamiento adicional por el procesador 165. Además, múltiples antenas en la unidad de antena 172 pueden permitir que el UE 68 reciba diferentes haces de DL de manera simultánea - tal como los enviados por un único eNB o múltiples estaciones base. Realizaciones alternativas del dispositivo inalámbrico 68 pueden incluir componentes adicionales responsables de proporcionar funcionalidad adicional, incluyendo cualquiera de las funcionalidades identificadas en la presente memoria, tales como, por ejemplo, unión a su celda fuente 72, preparar y limpiar un preámbulo de acceso aleatorio a la celda fuente, como parte del Msg1 procedente del UE 68, realizar diversas otras tareas asociadas con un proceso de acceso aleatorio similar al ilustrado en la Figura 2, recibir y procesar señales de conformación de haces analógica transmitidas por el eNB 72 fuente, recibir y responder al mensaje(s) de RAR como se ha descrito antes con referencia las Figuras 6-10, etc., y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. En una realización, el dispositivo inalámbrico 68 puede ser un dispositivo de múltiples modos capaz de operar en redes LTE y no LTE. En otra realización, el dispositivo inalámbrico 68 puede incluir una unidad de alimentación integrada 173 tal como, por ejemplo, una batería u otra fuente de alimentación, para permitir que el dispositivo sea operable de forma móvil.

En una realización, el dispositivo inalámbrico 68 puede estar configurado - en hardware, por medio de software, o ambos - para implementar aspectos específicos del dispositivo de procesamiento de mensaje de RAR y la transmisión de Msg3 de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. El software o código de programa puede ser parte del módulo 170 y puede estar almacenado en la memoria 167 y ser ejecutable por el procesador 165. Por ejemplo, cuando la arquitectura de hardware existente del dispositivo 68 no puede ser modificada, la funcionalidad deseada del dispositivo 68 puede ser obtenida a través de programación adecuada del procesador 165 utilizando el módulo 170, con o sin almacenamiento adicional proporcionado por la memoria 167. La ejecución del código del programa, por el procesador 165, puede hacer que el dispositivo 68 lleva a cabo cuando sea necesario soportar la solución de generación de mensajes de RAR basados en indicador de retraso de tiempo de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. De este modo, aunque se puede hacer referencia a que el dispositivo inalámbrico 68 "realiza" o "lleva a cabo" (u otros términos similares) una función o un proceso o una etapa del método, tal realización puede ser técnicamente realizada en hardware y/o software como se desee. El operador de red o una tercera parte, tal como, por ejemplo, un fabricante o suministrador del dispositivo 68, puede configurar de manera adecuada el dispositivo 68, por ejemplo, a través de configuración basada en hardware y/o software del procesador 165, para operar y corresponder con la entidad de red, tal como el eNB 72 de la Figura 3, de acuerdo con los requisitos particulares de la presente invención descrita anteriormente.

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques a modo de ejemplo de una estación base, tal como el eNB 72 de la Figura 3, que puede funcionar como una entidad de red de acuerdo con una realización de la presente invención. En una realización, la estación base 72 puede estar configurada para realizar diversas funcionalidades de la entidad de red descrita anteriormente con referencia las Figuras 4A y 6-10. De este modo, por ejemplo, la estación base 72 puede estar configurada para realizar conformación de haces analógica, generar y transmitir sucesivamente múltiples mensajes de RAR - teniendo cada uno el formato similar al mensaje de RAR 97 de la Figura 5 - al UE 68, suministrar o configurar el UE 68 con la fórmula por ecuación necesarias u otra información para habilitar al UE para calcular el número de submarcos de UL para la respuesta de Msg3 del UE, analizar respuestas/mensajes recibidos desde el UE 68 para determinar los haces de UL y DL preferibles para el UE 68, etc. La estación base 72 puede uno utilizar una entidad secundaria tal como, por ejemplo, una estación base pico o un punto de acceso, para realizar algunas o todas las tareas.

La estación base 72 puede incluir un procesador de banda de base 175 para proporcionar interfaz de radio con el dispositivo inalámbrico 68 por medio de la unidad transcodificadora 177 de radio frecuencia (RF) de la estación base conectada a la unidad de antena 74 de la estación base, que también se muestra en la Figura 3 y también referida como "disposición de antena". La unidad de antena 74 puede incluir una o más antenas (no mostradas) que forman una disposición de antena, y, en ciertas realizaciones, la estación base 72 puede soportar Agregación de Portadora. La unidad transcodificadora 177 puede incluir una unidad de transmisor de RF 178 y de receptor de RF 179 conectadas a la unidad de antena 74 como se muestra. En una realización, el procesador 175 puede recibir transmisiones procedentes del dispositivo inalámbrico 68 por medio de la combinación de la utilidad de antena 74 y el receptor 179. Tales transmisiones pueden incluir, por ejemplo, información relacionada con la condición de canal de enlace de subida y/o enlace de bajada, mensajes - como Msg1 y Msg3 - generados como parte de un proceso de acceso aleatorio, información de ubicación geográfica, solicitudes para contenido multimedia, datos de usuario, el similares. Las transmisiones de la estación base al dispositivo inalámbrico 68 pueden ser realizadas por medio de la combinación de la unidad de antena 74 y el transmisor 178. Tales transmisiones originadas en la BS incluyen, por ejemplo, señales de temporización y sincronización, información de sistema (SI), mensajes de RAR que tienen un formato similar al mensaje de RAR 97 en la Figura 5, emisión en continuo ("streaming") de contenido multimedia solicitado por el usuario, una cuestión para una información de ubicación geográfica de dispositivo móvil, mensajes relacionados con la programación, y similares.

El procesador 175 puede estar configurado (en hardware y/o software) para realizar diversas acciones mencionadas anteriormente así como descritas con referencia las Figuras 4A y 6-10 como son realizadas por el eNB 72. En este sentido, el procesador 175 puede incluir una unidad de procesamiento 181 conectada a una memoria 182 y a un programador 184 para habilitar al procesador 175 a realizar tales acciones descritas con detalle en la presente memoria anteriormente. En una realización, la memoria 182 puede ser una unidad separada - esto es, no una parte interna del procesador 175 como en la Figura 12 - sino conectada al procesador 175 para proporcionar el almacenamiento requerido. En otra realización, la memoria 182 puede funcionar como un almacenamiento de Msg1, Msg3, y otro contenido tal como, por ejemplo, un Informe de Medida de condición del canal, recibido desde el UE 68. La memoria 182 también puede contener el código de programa que, después de la ejecución por la unidad de procesamiento 181 y/o el programador 184, puede configurar el eNB 72 para realizar generación y transmisión de mensajes de RAR como se ha descrito la presente memoria anteriormente con referencia las Figuras 6-10.

El programador 184 puede proporcionar las decisiones de programación de UL y DL para el dispositivo inalámbrico 68 en base a un cierto número de factores tales como, por ejemplo, parámetros de Calidad De Servicio (QoS), estado del búfer de dispositivo, información relacionada con la condición de canal de UL y DL recibida desde el dispositivo, capacidades del dispositivo, y similares. En una realización, las decisiones de programación de UL y DL pueden ser parte de un proceso de acceso aleatorio, como el proceso mostrado en la Figura 2. En una realización, la entidad de red 72 puede incluir programadores de UL y DL separados (no mostrados en la Figura 12) como parte de su procesador de banda de base 175. El programador 184 puede tener la misma estructura de datos que un programador típico en un eNB en un sistema LTE.

En la realización de la Figura 12, en programador 184 se muestra incluyendo un Módulo de Generación de Mensajes de RAR 185 que puede contener una parte del código de programa almacenado en la memoria 182, o puede recuperar el código del programa relevante de la memoria 182 durante el tiempo de ejecución, o puede contener todos los códigos de programa y necesarios para habilitar al programador 184 para realizar la generación y transmisión de mensajes de RAR de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. En una realización, el código de programa el módulo 185, cuando es ejecutado en combinación con el código de programa en la memoria 182 o independientemente del contenido del programa en la memoria 182, puede configurar el eNB 72 para realizar generación y transmisión de mensajes de RAR de acuerdo con las realizaciones particulares de la invención. Por ejemplo, a través del módulo 185, el programador 184 - con o sin la ayuda de procesamiento adicional desde la unidad de procesamiento 181 - puede ejecutar el código de programa apropiado para programar las transmisiones del UE 68 en el UL y el DL, enviar una fórmula/ecuación u otra información apropiada al UE 68 para habilitar al UE 68 para realizar el proceso de acceso aleatorio, recibir y procesar el Msg1 enviado por el UE 68, determinar el mejor (o el preferible) haz(s) de UL/UD para el UE 68, generado y transmitir múltiples mensajes de RAR de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención para programar la transmisión(es) de UL del UE (o el Msg3), ayudar a la unidad de procesamiento 181 en la conformación de haces analógica de UL/DL, y similares. De forma más general, diversas acciones más basadas en eNB descritas anteriormente con referencia la realizaciones de las Figuras 4A y

6-10 pueden ser realizadas por el programador 184, que puede funcionar en combinación con la unidad de procesamiento 181 y la memoria 182, cuando sea necesario.

El procesador 175 también puede proporcionar procesamiento de señal de banda de base adicional cuando sea requerido. Tal procesamiento puede incluir, por ejemplo, registro de dispositivo móvil/inalámbrico, transmisión de información de canal, gestión de recurso de radio, y similares. La unidad de procesamiento 181 puede estar en comunicación con la memoria 182 para procesar y almacenar información relevante para el correspondiente sitio de celda tal como, por ejemplo, las identidades de los UEs o de los dispositivos inalámbricos que funcionan dentro de la celda fuente, informes de condición de canal recibidos desde los dispositivos inalámbricos, datos de usuario recibidos desde o enviados a los UEs o dispositivos inalámbricos que funcionan dentro de la celda de fuente, etc. La unidad de procesamiento 181 puede incluir, a modo de ejemplo, un procesador de finalidad general, un procesador de finalidad de especial, un procesador convencional, un procesador de señal digital (DSP), una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en asociación con un código de DSP, un controlador, un micro controlador, Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASICs), circuitos de Matrices de Puertas Programables en Campo (FPGAs), cualquier otro tipo de Circuito Integrado (IC), y/o una máquina de estado. El procesador 175 puede emplear procesamiento distribuido en ciertas realizaciones.

Como se ha señalado anteriormente, en realizaciones particulares, algunas o todas las funcionalidades descritas anteriormente y antes con referencia las Figuras 4A y 6-10 como proporcionadas por una entidad de red, tal como una estación base, un nodo/punto de acceso inalámbrico, un controlador de estación base, y/o cualquier otro tipo de nodo de comunicaciones móvil, pueden ser proporcionadas por el programador 184 ejecutando instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento de datos leíble por un ordenador, tal como la memoria 182 mostrada en la Figura 12.

La entidad de red 72 en la realización de la Figura 12 puede incluir además una unidad de interfaz de red troncal 187 y una unidad de temporización y control 189. La unidad de control 189 puede monitorizar operaciones del procesador 175 y la unidad de interfaz de red 187, y puede proporcionar señales de temporización y control apropiadas para estas unidades. La unidad de interfaz 187 puede proporcionar una interfaz bidireccional para que la estación base 72 se comuniquen con su red troncal 78 u otra entidad de control basada en la red para facilitar las funciones administrativas y de gestión de llamadas/datos para los abonados móviles que operan en el correspondiente sitio de celda de la red portadora, tal como la red operadora 70 en la Figura 3.

Realizaciones alternativas de la estación base 72 pueden incluir componentes adicionales responsables de proporcionar funcionalidad adicional, incluyendo cualquiera de las funcionalidades identificadas anteriormente y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Aunque se han descrito las características y los elementos anteriores en combinaciones particulares, cada característica o elemento puede ser utilizado sólo sin las otras características ni elementos o en varias combinaciones con o sin otras características y elementos. Algunos o todos los aspectos de la metodología de generación de mensajes de RAR basados en indicador de retraso descritos en la presente memoria pueden ser implementados en un programa de ordenador, software, o firmware, incorporados en un medio de almacenamiento leíble por ordenador, tal como, por ejemplo, el módulo 185 y/o la memoria 182 en la Figura 12, para la ejecución por un ordenador de finalidad general o un procesador, tal como, por ejemplo, el programador 184 - con o sin soporte de procesamiento procedentes de la unidad de procesamiento 181 - de la Figura 12. Ejemplos de medios de almacenamiento leíbles por ordenador incluyen, una Memoria de Sólo Lectura (ROM) una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), un registrador digital, una memoria caché, dispositivos de memoria semiconductores, medios magnéticos tales como discos duros internos, cintas magnéticas y discos extraíbles, medios magneto-ópticos, y medios ópticos tales como discos CD-ROM y Discos Versátiles Digitales (DVDs). En ciertas realizaciones, la memoria 182 puede emplear almacenamiento de datos distribuido con/sin redundancia.

Lo anterior describe un sistema y un método de generación de mensajes de RAR cuando una estación base emplea conformación de haces estrecha. Para resolver el problema de falta de coincidencia potencial entre las direcciones de haz de DL y UL en un sistema de conformación de haces analógico, la presente invención proporciona transmisión sucesiva de múltiples mensajes de RAR (Msg2) desde la estación de base hasta un UE durante un proceso de acceso aleatorio. Estos mensajes de RAR pueden ser transmitidos en diferentes momentos y/o utilizando diferentes haces, pero antes de que cualquier respuesta de Msg3 sea recibida desde el UE. Como resultado, a pesar de cualquier falta de coincidencia de calibración entre los haces de UL y DL, un mensaje de RAR no es sólo recibido por el UE, sino que es recibido sobre un haz de DL que es el más adecuado (o suficientemente bueno) para ese UE. Cada mensaje de RAR puede contener un indicador de retraso de programación específico del mensaje en la concesión de UL portada por el mensaje de RAR. El indicador de retraso proporciona un retraso de tiempo ajustable para la transmisión de enlace de subida del UE (Msg3) programado por la concesión de UL. En realizaciones particulares, múltiples transmisiones de RAR (Msg2) en diferentes casos de tiempo pueden programar la misma transmisión de UL (Msg3) para un único caso de tiempo, dando lugar con ello a un mapeado de tipo muchos Msg2 a un Msg3. Alternativamente, en otras realizaciones, al menos dos de las múltiples transmisiones de RAR sucesivas pueden programar la transmisión de UL del UE en diferentes intervalos de tiempo, dando lugar con ello a una correspondencia del tipo muchos a muchos entre los mensajes de RAR y las transmisiones de Msg3 potenciales procedentes del UE. Un mapeado del tipo uno a muchos puede ser implementado también. El UE puede reportar el mejor Msg2 de DL medido en su Msg3. La generación de mensajes de RAR de acuerdo con las

enseñanzas de la presente invención incrementa la robustez total del proceso de acceso aleatorio cuando se utiliza conformación de haces estrecha por parte de la estación base.

- 5 Como reconocerán los expertos en la técnica, los conceptos novedosos descritos en la presente solicitud pueden ser modificados o variados de acuerdo con un amplio rango de aplicaciones. Por consiguiente, el campo de la materia objeto patentada no debe estar limitado a cualquiera de las enseñanzas a modo de ejemplo específicas descritas anteriormente, sino que en su lugar debe estar definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método (83) de transmisión de una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) desde una entidad de red (72) a un Equipo de Usuario (UE) (68) cuando la entidad de red emplea conformación de haces estrecha, en donde el método comprende realizar lo siguiente por parte de la entidad de red:
 - 5 generar (85) una pluralidad de mensajes de RAR, en donde cada mensaje de RAR porta una respectiva concesión de enlace de subida (UL) para el UE, para habilitar al UE a responder al mensaje de RAR;
para cada mensaje de RAR, proporcionar (86) un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR en la respectiva concesión de UL portada por el mensaje de RAR;
 - 10 configurar (87) cada indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR para proporcionar al UE una indicación de un intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir en el UL para responder a un respectivo mensaje de RAR; y
transmitir sucesivamente (88) la pluralidad de mensajes de RAR al UE antes de que cualquier respuesta procedente del UE sea recibida por la entidad de red en el UL.
2. El método de la reivindicación 1, en el que se aplica uno de lo siguiente:
 - 15 el intervalo de tiempo es el mismo para cada mensaje de RAR independientemente de cuál de la pluralidad de mensajes de RAR esté respondiendo el UE; y
el intervalo de tiempo es diferente para al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR.
3. El método de la reivindicación 1, en donde la indicación es uno de lo siguiente:
 - 20 un primer valor de retraso de tiempo relativo a una temporización del respectivo mensaje de RAR que porta la indicación; y
un segundo valor de retraso de tiempo relativo a una temporización de un mensaje de UL procedente del UE recibido por la entidad de red, en donde la pluralidad de mensajes de RAR es transmitida por la entidad de red como respuesta al mensaje de UL.
4. El método de la reivindicación 3, en donde la configuración de cada indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR incluye realizar una de las siguientes acciones por parte de la entidad de red:
 - 25 cuando la indicación es el primer valor de retraso de tiempo, representar el primer valor de retraso de tiempo en términos de un primer número de submarcos medido desde un submarco del respectivo mensaje de RAR que porta la indicación; y
cuando una indicación es el segundo valor de retraso de tiempo, representar el segundo valor de retraso de tiempo en términos de un segundo número de submarcos medido desde un submarco del mensaje de UL.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende además realizar lo siguiente por parte de la entidad de red:
 - 30 para cada mensaje de RAR, utilizar los siguientes parámetros para calcular el intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir en el UL:
un primer número que identifica a un submarco de radio del mensaje de RAR que porta el indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR;
 - 35 un segundo número que indica el retraso mínimo fijo de un número predeterminado de submarcos de radio; y
un tercer número que representa al menos uno de lo siguiente:
un valor de retraso de tiempo en términos de submarcos de radio relativos al primer número, y
dicha información del intervalo de tiempo en el que el UE está programado para transmitir en el UL.
6. El método de la reivindicación 1, en el que configurar cada indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR incluye realizar una de las siguientes acciones por parte de la entidad de red cuando sucede que el intervalo de tiempo que va a ser indicado por el indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR es un submarco reservado:
 - 40 reconfigurar el indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR para hacer referencia a otro submarco de radio que se produce antes del submarco reservado;
 - 45

reconfigurar el indicador que retraso de tiempo específico del mensaje de RAR para hacer referencia a otro submarco de radio que se produce después del submarco reservado.

- 5 7. Un método (90) de procesamiento de una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) recibida por un Equipo de Usuario (UE) (68) procedente de una entidad de red (72) cuando la entidad de red emplea conformación de haces estrecha, en donde el método comprende realizar lo siguiente por parte del UE:

recibir (92) una pluralidad de mensajes de RAR procedentes de la entidad de red, en donde cada mensaje de RAR incluye un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR en una respectiva concesión de enlace de subida (UL) para el UE portada por el mensaje de RAR, en donde cada indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR especifica un intervalo de tiempo de UL en el cual el UE está programado para transmitir en el UL a la entidad de red, y en donde se aplica uno de lo siguiente:

el intervalo de tiempo de UL es el mismo para cada mensaje de RAR, y

el intervalo de tiempo de UL es diferente para al menos dos de la pluralidad de mensajes de RAR;

seleccionar (93) al menos uno de la pluralidad de mensajes de RAR; y

- 15 enviar (94) una respuesta para a, al menos un mensaje de RAR seleccionado, durante el intervalo de tiempo de UL especificado por el al menos un mensaje de RAR seleccionado, en donde la respuesta identifica el al menos un mensaje de RAR seleccionado para la entidad de red.

8. El método de la reivindicación 7, en donde seleccionar al menos uno de la pluralidad de mensajes de RAR incluye realizar una de las siguientes acciones por parte del UE:

- 20 a partir de la pluralidad de mensajes de RAR recibidos, elegir un mensaje de RAR que tenga la potencia recibida más elevada como el al menos un mensaje de RAR seleccionado;

a partir de la pluralidad de mensajes de RAR recibida, elegir un mensaje de RAR recibido exitosamente como el al menos un mensaje de RAR seleccionado; y

a partir de la pluralidad de mensajes de RAR recibida, elegir el al menos un mensaje de RAR seleccionado en base a un criterio predefinido.

- 25 9. El método de la reivindicación 7, en donde enviar la respuesta a al menos un mensaje de RAR seleccionado incluye realizar una de las acciones siguientes por parte del UE cuando sucede que el intervalo de tiempo de UL especificado por el al menos un mensaje de RAR seleccionado es un submarco reservado:

enviar la respuesta utilizando otro submarco que se produce antes del submarco reservado; y

enviar la respuesta utilizando otro submarco de radio que se produce después del submarco reservado.

- 30 10. Un dispositivo inalámbrico (68) en una red celular (70), incluyendo el dispositivo inalámbrico:

un procesador (165);

un transcodificador (168); y

- 35 una memoria (167) que incluye un código de programa ejecutable por el procesador, mediante el cual el procesador es operativo para configurar el dispositivo inalámbrico para realizar el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7-9.

11. Una entidad de red (72) en una red celular (70) para transmitir una Respuesta de Acceso Aleatorio (RAR) a un dispositivo móvil (68), en donde la entidad de red está configurada para emplear conformación de haces estrecha, y en donde la entidad de red comprende:

un transcodificador (177) configurado para transmitir una pluralidad de mensajes de RAR al dispositivo móvil;

- 40 un programador (184) configurado para generar la pluralidad de mensajes de RAR antes de que sean transmitidos al dispositivo móvil, en donde el programador está configurado para realizar lo siguiente:

incluir una respectiva concesión de enlace de subida (UL) en cada mensaje de RAR para habilitar al dispositivo móvil para responder al mensaje de RAR,

- 45 para cada mensaje de RAR, proporcionar un indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR en la respectiva concesión de UL portada por el mensaje de RAR, y

configurar cada indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR para proporcionar al dispositivo móvil una indicación de un intervalo de tiempo en el que el dispositivo móvil está programado para transmitir en el UL para responder a un respectivo mensaje de RAR; y

- 5 un procesador (181) conectado al transcodificador y al programador, en donde el procesador está configurado para facilitar la transmisión sucesiva por el transcodificador de la pluralidad de mensajes de RAR generados por el programador, y en donde el procesador está configurado para facilitar la transmisión sucesiva antes de que cualquier respuesta procedente del dispositivo móvil sea recibida por la entidad de red en el UL.

12. La entidad de red de la reivindicación 11, en donde la entidad de red es uno de lo siguiente:

una Estación Base de Radio (RBS);

- 10 un Controlador de Estación Base (BSC);

un Controlador de Red de Radio (RNC);

un nodo B evolucionado (eNodeB); y

un grupo de estaciones base.

13. La entidad de red de la reivindicación 11, en donde la indicación es uno de lo siguiente:

- 15 un primer valor de retraso de tiempo relativo a una temporización del respectivo mensaje de RAR que porta la indicación; y

un segundo valor de retraso de tiempo relativo a una temporización de un mensaje de UL desde el móvil recibido por el transcodificador, en donde la pluralidad de mensajes de RAR es transmitida como respuesta al mensaje de UL.

- 20 14. La entidad de red de la reivindicación 13, en donde el programador está configurado para realizar las siguientes acciones como parte de la configuración de cada indicador que retraso de tiempo específico del mensaje de RAR:

cuando el indicador es el primer valor de retraso de tiempo, especificar el primer valor de retraso de tiempo en términos de un primer número de submarcos medido desde un submarco en el respectivo mensaje de RAR que porta la indicación; y

- 25 cuando la indicación es el segundo valor de retraso de tiempo, especificar el segundo valor de retraso de tiempo en términos de un segundo número de submarcos medido desde un submarco del mensaje de UL.

15. La entidad de red de la reivindicación 11, en donde el programador está configurado para realizar además lo siguiente:

- 30 para cada mensaje de RAR, utilizar los siguientes parámetros para calcular el intervalo de tiempo en el que el dispositivo móvil está programado para transmitir en el UL:

un primer número que identifica un submarco de radio del mensaje de RAR que porta el indicador de retraso de tiempo específico del mensaje de RAR;

un segundo número que indica un retraso mínimo fijo de un número predeterminado de submarcos de radio; y

un tercer número que representa al menos uno de lo siguiente:

- 35 un valor de retraso de tiempo en términos de submarcos de radio relativos al primer número, y

dicha indicación del intervalo de tiempo en el que el dispositivo móvil está programado para transmitir en el UL.

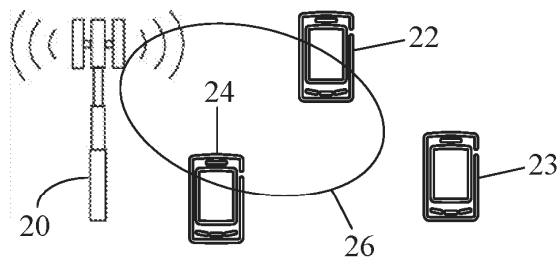


FIG. 1A

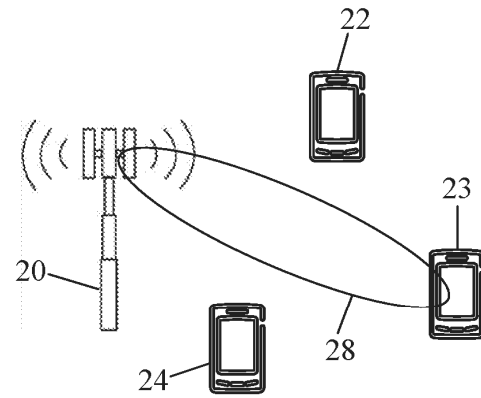


FIG. 1B

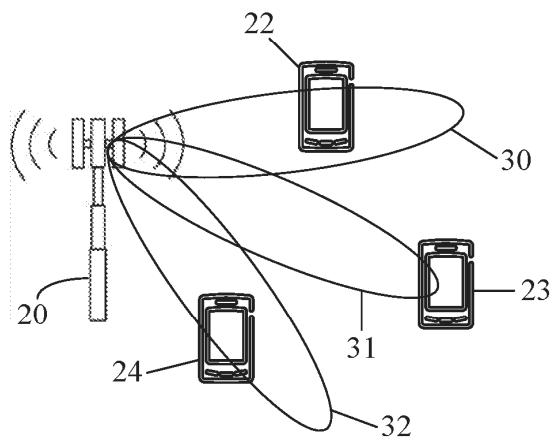


FIG. 1C

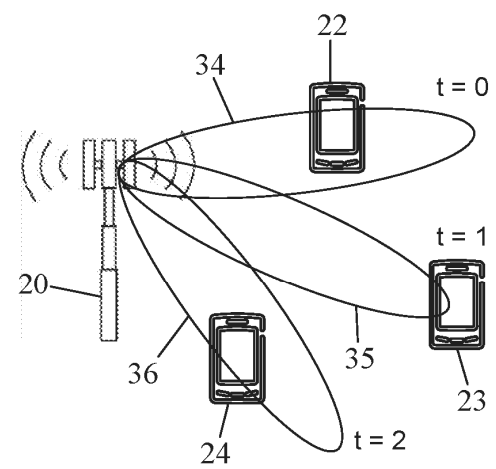


FIG. 1D

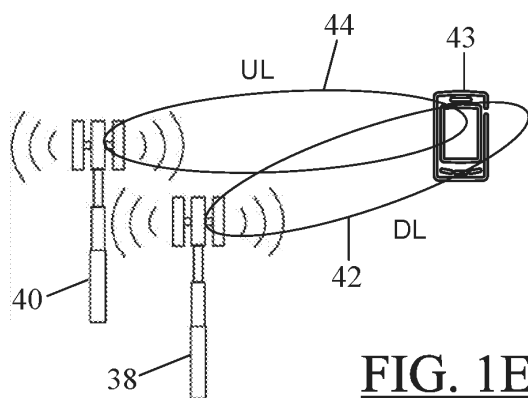
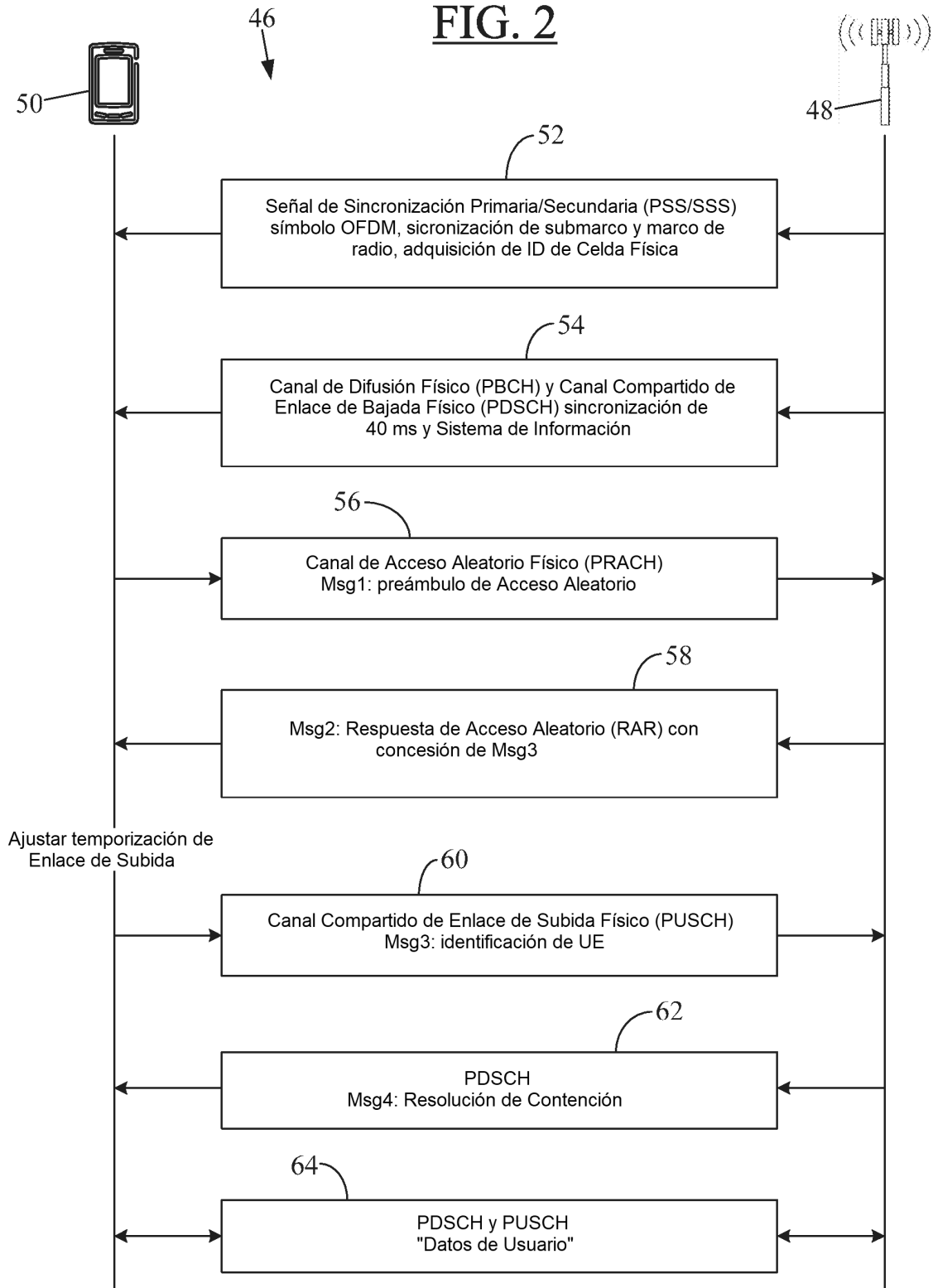


FIG. 1E



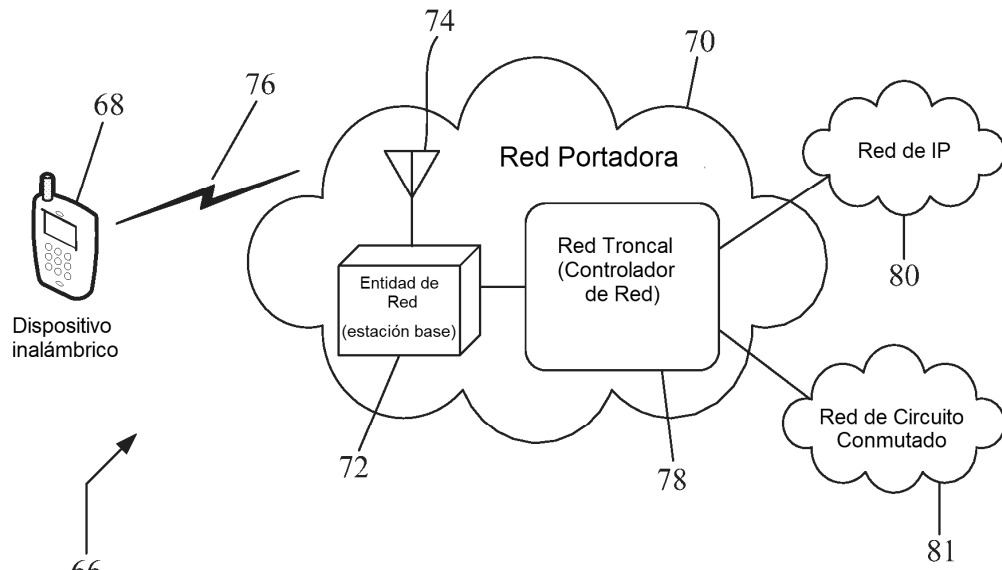


FIG. 3

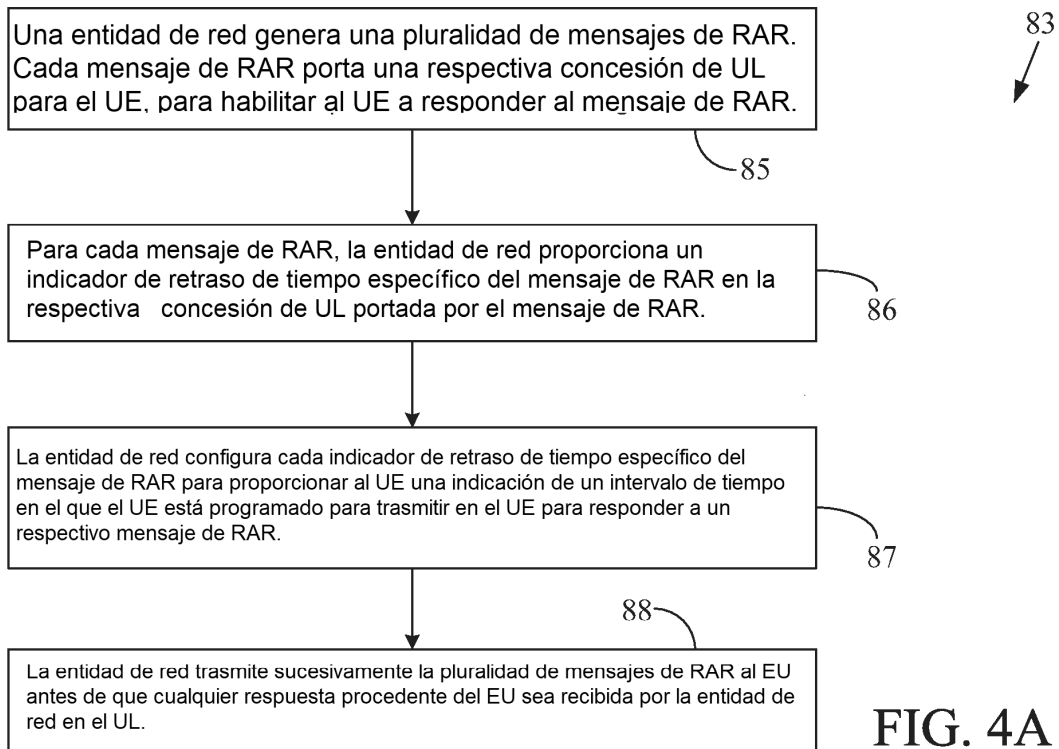


FIG. 4A

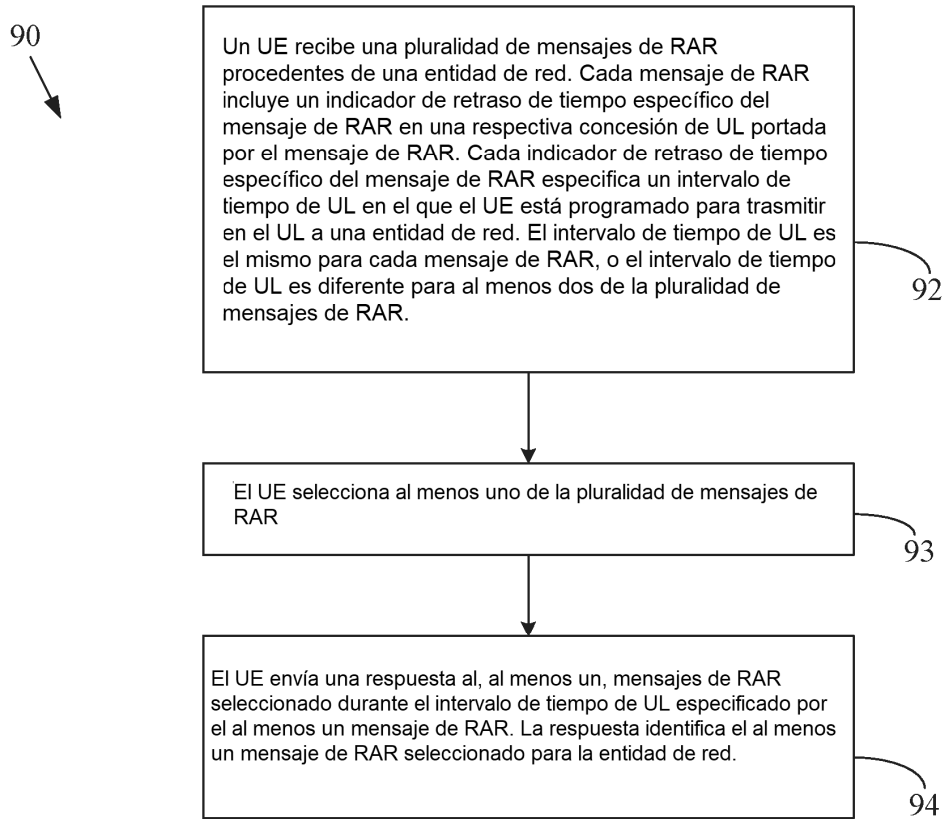


FIG. 4B

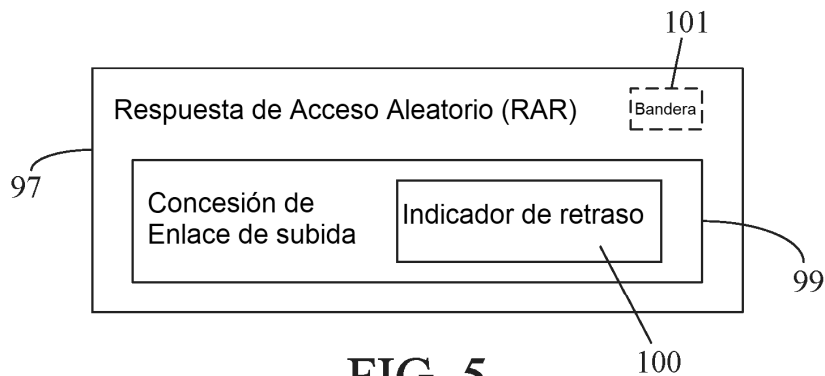


FIG. 5

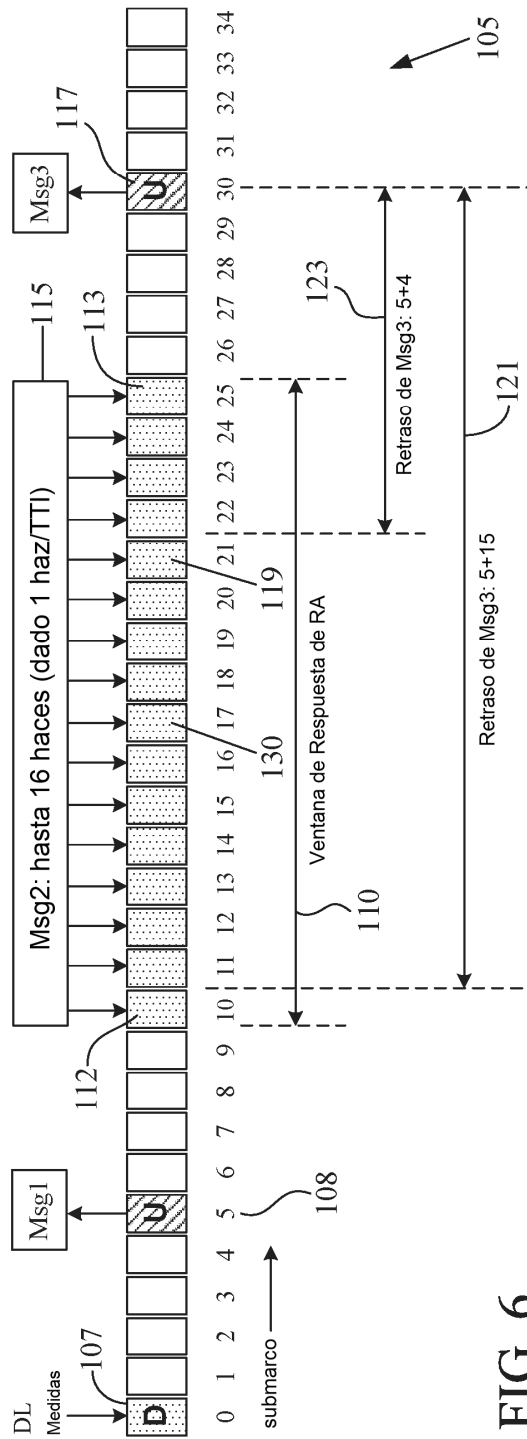


FIG. 6

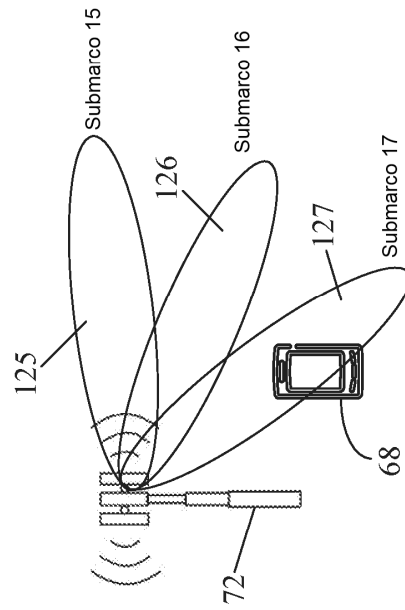


FIG. 7

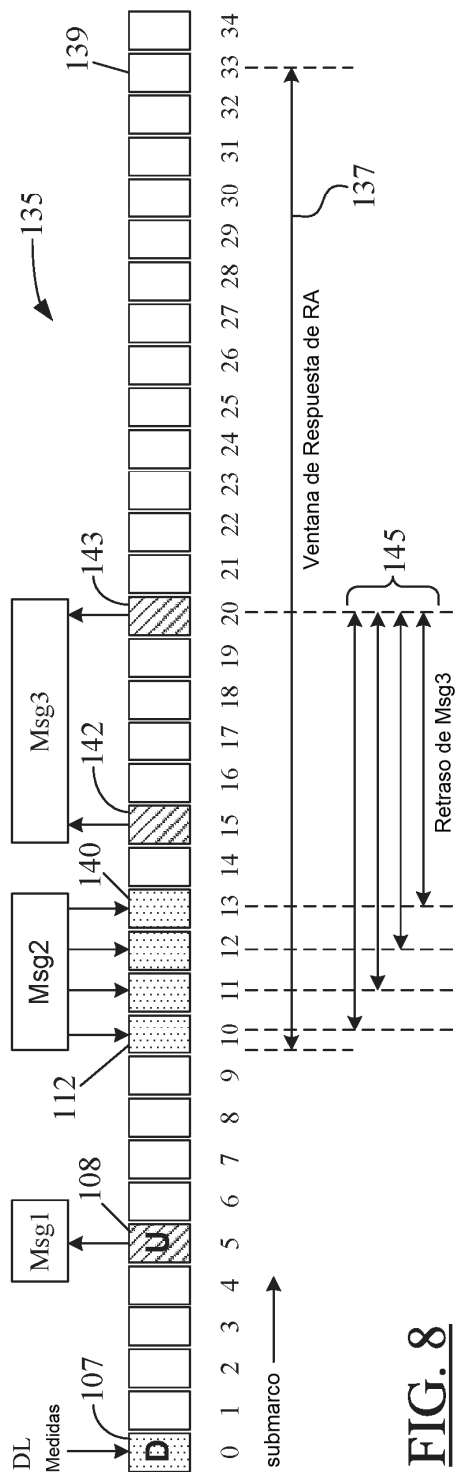


FIG. 8

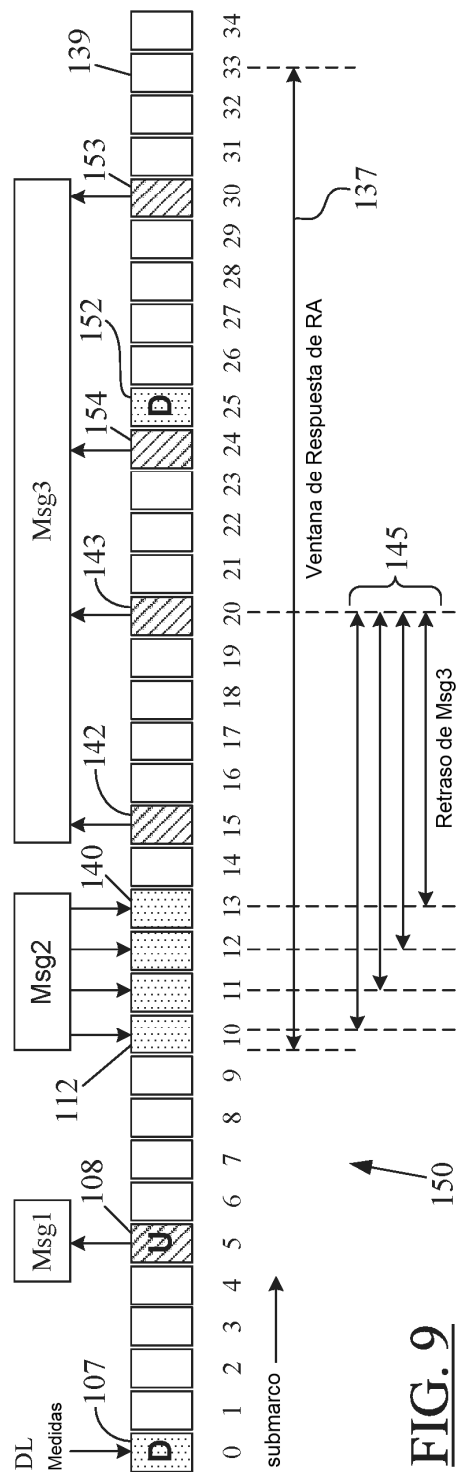


FIG. 9

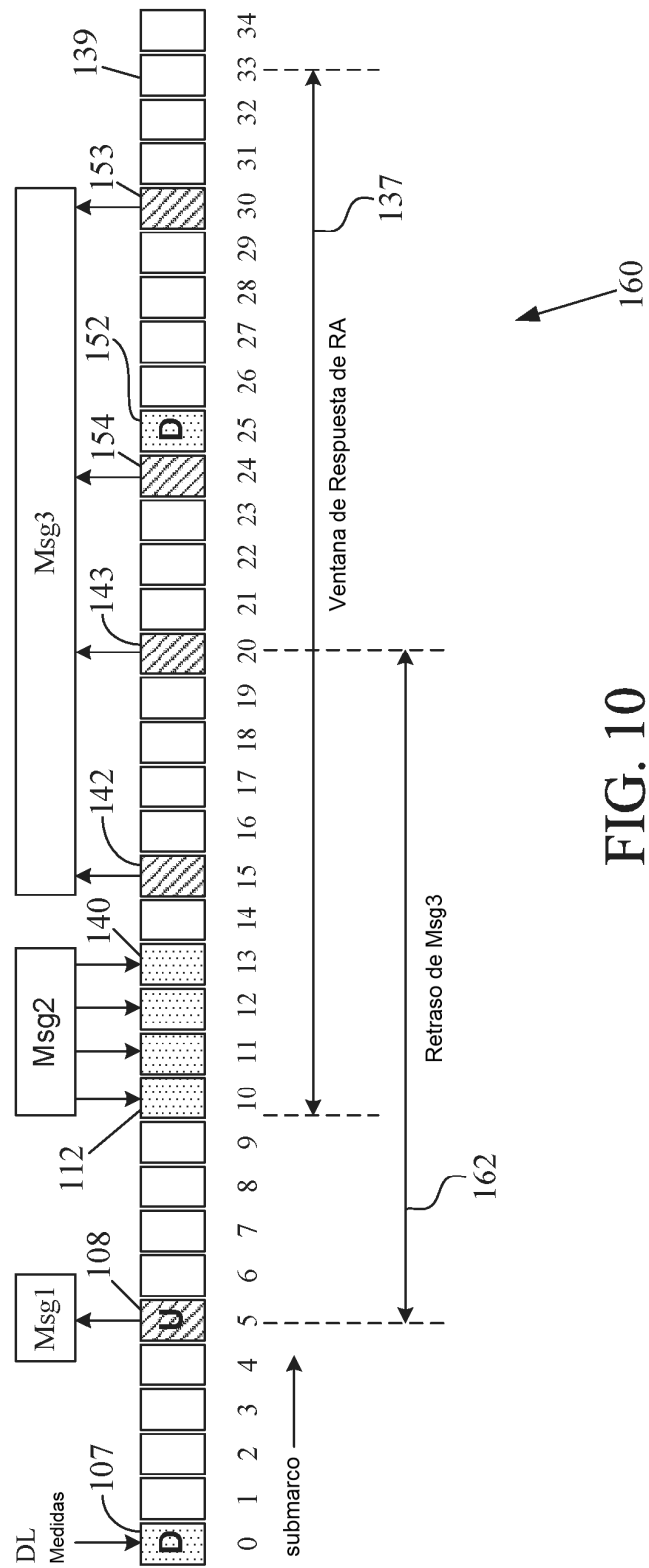


FIG. 10

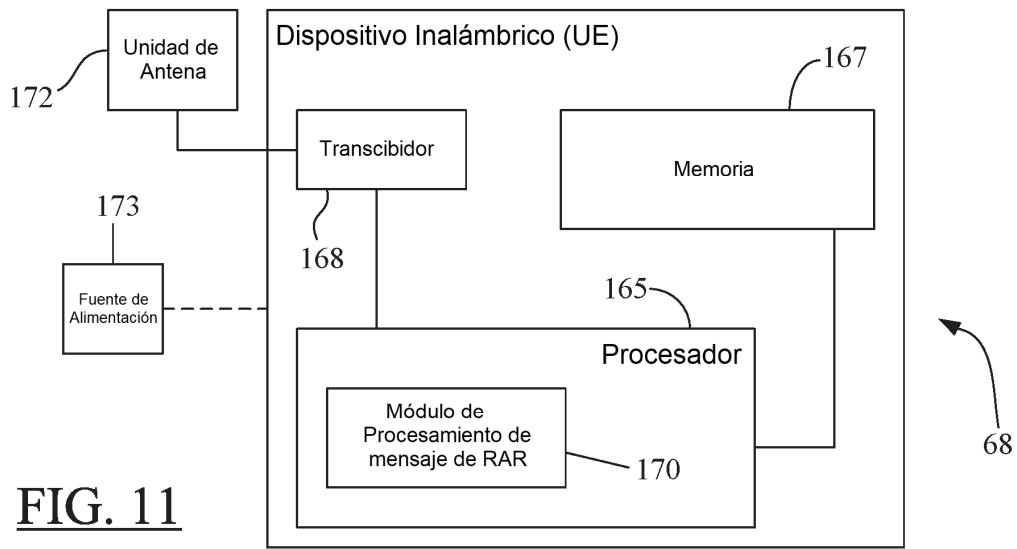


FIG. 11

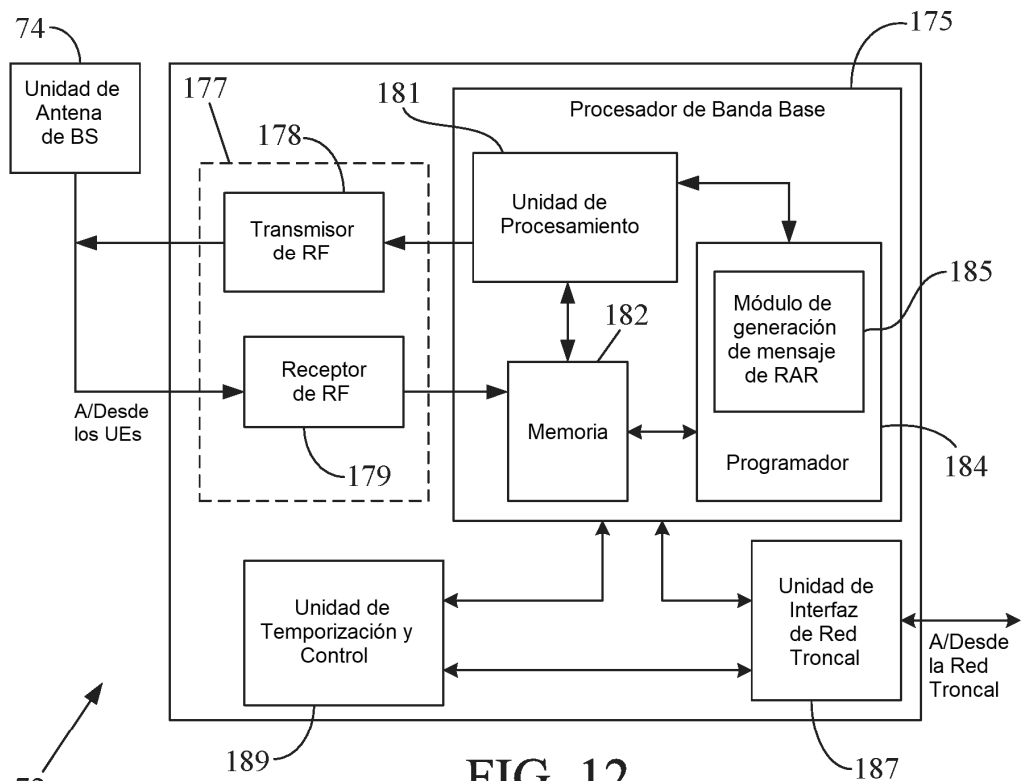


FIG. 12