

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 137**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.09.2015 PCT/US2015/051178**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2016 WO16057195**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2015 E 15775319 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3205060**

54 Título: **Temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares de Internet de las cosas**

30 Prioridad:

09.10.2014 US 201414510910

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

23.04.2021

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**LI, JUNYI y
LANE, FRANK ANTON**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 821 137 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

Temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares de Internet de las cosas

5 REFERENCIAS CRUZADAS

10 [0001] La presente solicitud de patente reivindica prioridad a la solicitud de patente de EE.UU. n.º 14/510.910 de Li *et al.*, titulada "Open-Loop Timing and Cyclic Prefixes in Cellular Internet of Things Communication [Temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares de Internet de las cosas]", presentada el 9 de octubre de 2014 y asignada al cesionario de la misma.

ANTECEDENTES

15 CAMPO DE LA DIVULGACIÓN

[0002] Lo siguiente se refiere, en general, a la comunicación inalámbrica y, más específicamente, a temporización de bucle abierto y a prefijos cíclicos en comunicaciones celulares de Internet de las cosas (IoT).

20 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

25 [0003] Los sistemas de comunicaciones inalámbricas están ampliamente implantados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación tal como voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, radiodifusión, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden admitir comunicación con múltiples usuarios compartiendo los recursos de sistema disponibles (por ejemplo, tiempo, frecuencia y potencia). Ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) (por ejemplo, un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE)).

30 [0004] A modo de ejemplo, un sistema de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple puede incluir una pluralidad de estaciones base, donde cada una admite simultáneamente comunicación con múltiples dispositivos de comunicación, conocidos también como equipos de usuario (UE). Una estación base se puede comunicar con diversos UE en canales de enlace descendente (por ejemplo, en transmisiones desde una estación base a un UE) y en canales de enlace ascendente (por ejemplo, en transmisiones desde un UE a una estación base).

35 [0005] Algunos UE pueden proporcionar comunicación automatizada. Los UE automatizados pueden incluir los que implementan comunicación de máquina a máquina (M2M) o comunicación de tipo máquina (MTC). M2M o MTC pueden referirse a tecnologías de comunicación de datos que permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí o con una estación base sin intervención humana. Los dispositivos M2M o MTC pueden incluir los UE y se pueden usar como parte de Internet de las cosas (IoT). Algunos dispositivos M2M o MTC de IoT pueden incluir parquímetros, contadores de agua y gas, y otros sensores que pueden comunicar pequeñas cantidades de datos ocasionalmente.

45 [0006] En algunos casos, incluso en IoT, un UE puede ser un dispositivo de potencia limitada, y la sincronización de bucle cerrado puede ser una pérdida significativa de los recursos de potencia disponibles del dispositivo (es decir, la batería). En casos en los que un UE transmite pequeños datos ocasionalmente, el coste de mantener la temporización de bucle cerrado puede no estar justificado. Por ejemplo, en un esquema de temporización de bucle cerrado, un UE puede transmitir una señal de enlace ascendente a una estación base para recibir un avance de temporización para sincronizar una transmisión de datos. En un escenario de este tipo, el coste global de la transmisión de enlace ascendente de temporización de bucle cerrado puede dar como resultado un consumo de energía significativo.

50 BREVE EXPLICACIÓN

55 [0007] La presente divulgación se puede referir, en general, a sistemas de comunicaciones inalámbricas y, más en particular, a sistemas, procedimientos y/o aparatos mejorados para el uso de temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT. El UE puede establecer una conexión con una célula basándose en un procedimiento de acceso inicial. El UE puede recibir una señal de enlace descendente desde la célula, donde la señal de enlace descendente incluye una señal OFDMA o una señal de acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA), incluyendo además la señal de enlace descendente un primer prefijo cíclico. El UE puede transmitir una señal de enlace ascendente a la célula, donde la señal de enlace ascendente puede ser una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA con un segundo prefijo cíclico, y donde el segundo prefijo cíclico tiene una longitud diferente que el primer prefijo cíclico. El UE puede estimar un tiempo de llegada de la señal de enlace descendente recibida. El UE puede determinar un tiempo de símbolo de transmisión para la señal de enlace ascendente hasta la célula basándose en el tiempo de llegada estimado de la señal de enlace descendente recibida. El UE puede recibir una asignación de recursos para la transmisión de la señal de enlace ascendente a la célula. En algunos ejemplos, la transmisión de la señal de enlace ascendente incluye transmitir una primera transmisión de datos

en un símbolo de enlace ascendente que incluye un prefijo cíclico extendido que incluye al menos la mitad de los recursos asignados para la transmisión de la señal de enlace ascendente.

5 **[0008]** En las reivindicaciones adjuntas se describen procedimientos de comunicación inalámbrica en un UE, aparatos de comunicación inalámbrica en un UE y medios no transitorios legibles por ordenador que almacenan código para comunicaciones inalámbricas en un UE de acuerdo con la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10 **[0009]** La naturaleza y las ventajas de la presente divulgación se comprenderán mejor en referencia a las siguientes figuras. En las figuras adjuntas, componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, pueden distinguirse diversos componentes del mismo tipo añadiendo a la etiqueta de referencia un guion y una segunda etiqueta que distingue los componentes similares. Si solo se usa la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción es aplicable a uno cualquiera de los componentes similares que tienen la misma
15 primera etiqueta de referencia, independientemente de la segunda etiqueta de referencia.

20 La FIG. 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas que usa temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares de Internet de las cosas (IoT) de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 2 ilustra un ejemplo de un subsistema de comunicaciones inalámbricas que usa temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

25 Las FIGS. 3A y 3B ilustran ejemplos de transmisiones de enlace ascendente y enlace descendente, respectivamente, usando diferentes longitudes de prefijos cíclicos de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

30 La FIG. 4 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de proceso para el uso de temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

35 La FIG. 5 muestra un diagrama de bloques de un equipo de usuario (UE) configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 6 un diagrama de bloques de un UE configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

40 La FIG. 7 muestra un diagrama de bloques de un módulo de gestión de comunicación configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

45 La FIG. 8 ilustra un diagrama de bloques de un sistema que incluye un UE configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 9 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

50 La FIG. 10 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

55 La FIG. 11 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

60 **[0010]** Una red de dispositivos automatizados que se comunican de forma inalámbrica puede, en algunos casos, denominarse Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés). Los dispositivos que se comunican a través de la red IoT (por ejemplo, dispositivos de comunicación tipo máquina (MTC)) pueden incluir contadores automatizados, sensores y similares. En algunos casos, los dispositivos automatizados pueden tener aplicaciones de rendimiento relativamente bajo (por ejemplo, un sensor de nivel de agua que envía una actualización a una estación base). Puede haber una pluralidad de sistemas de comunicación inalámbrica disponibles para su uso por los dispositivos automatizados, incluidos sistemas celulares que funcionan en un espectro con licencia. Sin embargo, los sistemas
65 celulares pueden optimizarse para dispositivos que usan aplicaciones de alto rendimiento. Los dispositivos que funcionan de acuerdo con condiciones de bajo rendimiento (por ejemplo, transferencias de datos ocasionales y

reducidas) pueden presentar consideraciones de diseño diferentes de las asociadas a dispositivos de mayor rendimiento. Por ejemplo, un dispositivo automatizado puede estar diseñado para funcionar durante largos períodos de tiempo sin reemplazo de la batería.

5 **[0011]** En algunos casos, un sistema celular puede optimizar el uso de energía en dispositivos IOT individuales reduciendo la información suplementaria de sincronización de temporización. Por ejemplo, un dispositivo IOT (tal como un UE) puede prescindir de la temporización de bucle cerrado en favor de la temporización de bucle abierto. Como tal, el dispositivo IOT puede ahorrar energía al no participar en comunicaciones innecesarias de temporización y sincronización. Sin embargo, el uso de temporización de bucle abierto puede dar como resultado que las
10 comunicaciones de diferentes dispositivos IOT dentro del área de cobertura geográfica de una estación base se desincronicen a menos que se use un prefijo cíclico de enlace ascendente más largo. Por lo tanto, en un esquema de temporización de bucle abierto, una transmisión de enlace ascendente desde un dispositivo IOT a una estación base puede comprender una longitud de prefijo cíclico que es diferente de una longitud de prefijo cíclico de enlace descendente de modo que se cubra un retardo de ida y vuelta. En algunos casos, la longitud de prefijo cíclico del enlace ascendente puede ser mayor que la longitud de prefijo cíclico del enlace descendente. En este u otros ejemplos, la separación entre subportadoras del enlace ascendente puede ser diferente de la separación entre subportadoras del enlace descendente (por ejemplo, la separación entre subportadoras del enlace descendente puede ser mayor que la separación entre subportadoras del enlace ascendente).

20 **[0012]** En algunos ejemplos, un dispositivo puede utilizar acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) para desmodular mensajes de enlace descendente y una combinación de modulación por desplazamiento mínimo gaussiano (GMSK) y acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA) para la modulación de enlace ascendente. El proceso de modulación de enlace ascendente puede incluir generar un vector de símbolos con una transformada de Fourier discreta (DFT) de M puntos, filtrar el vector de símbolos con un filtro
25 gaussiano de dominio de frecuencia, generar un vector de muestras a partir del vector de símbolos filtrado utilizando una DFT inversa y modular el vector de muestras utilizando GMSK. En algunos casos, la modulación de enlace ascendente se puede basar en una asignación de recursos de banda estrecha recibida desde una estación base.

30 **[0013]** En algunos ejemplos, un dispositivo puede sincronizarse con una célula usando una forma de onda conocida de antemano por el UE y común a un grupo de células en la región local. A continuación, el dispositivo puede determinar un tiempo de canal físico de radiodifusión (PBCH). El dispositivo puede recibir el PBCH y usarlo para determinar un ID de capa física para la célula y una frecuencia para las transmisiones de enlace ascendente. El PBCH también puede indicar una configuración de canal, que puede permitir que el dispositivo realice un procedimiento de acceso aleatorio. La configuración de canal puede incluir una configuración de recursos de tiempo y frecuencia de un canal de tráfico compartido. En algunos casos, el dispositivo puede determinar recursos para la transmisión de datos basándose en un índice de una transmisión de canal de control. En algunos casos, puede haber un retardo predeterminado entre las transmisiones de canal de control y las transmisiones de canal de datos. A continuación, el dispositivo puede entrar en un estado de baja potencia durante el retardo.

40 **[0014]** En otro ejemplo, una estación base puede asignar, a un dispositivo, recursos de tiempo y/o frecuencia para transmitir señales de canal físico de acceso aleatorio (PRACH). En tal caso, la asignación de recursos puede distribuirse en función del tipo y clase de señal PRACH. Por ejemplo, a un UE se le puede asignar un primer subconjunto de recursos para transmitir tráfico planificado regularmente y un segundo subconjunto de recursos para transmitir tráfico bajo demanda. El tráfico planificado regularmente puede incluir, por ejemplo, mediciones de sensor notificadas a la estación base en un intervalo de tiempo predeterminado (por ejemplo, intervalo de tiempo de 24 horas). Por el contrario, un tráfico bajo demanda puede incluir una transmisión improvisada, iniciada en base a la detección de al menos un activador de notificación (por ejemplo, detectar una anomalía en el dispositivo).

50 **[0015]** En algunos ejemplos, un dispositivo puede realizar un procedimiento de acceso inicial para establecer una conexión con una célula de servicio. El dispositivo puede entonces organizar una planificación de transmisión regular con la célula de servicio, que incluye un ciclo de transmisión discontinua (DTX) y una planificación de acuse de recibo. El dispositivo puede entrar en un modo de baja potencia y abstenerse de cualquier transmisión durante el intervalo de suspensión del ciclo DTX. Después, el dispositivo puede activarse y transmitir un mensaje a la célula de servicio después del intervalo de suspensión sin realizar otro procedimiento de acceso. El dispositivo puede realizar otro
55 procedimiento de acceso para transmitir en instantes de tiempo no cubiertos por la planificación de transmisión regular. Por ejemplo, si no se recibe un acuse de recibo (ACK) del mensaje, el dispositivo puede realizar otro procedimiento de acceso para la retransmisión.

60 **[0016]** En aún otro ejemplo, un dispositivo IoT puede usar información de control almacenada de una primera sesión de comunicación con la estación base para determinar la información de control de potencia y temporización para una segunda sesión de comunicación posterior. Específicamente, en este ejemplo, un dispositivo puede establecer una primera sesión de comunicación con la estación base y recibir, durante la primera sesión de comunicación, información de control de bucle cerrado de la estación base para ayudar al dispositivo a ajustar la temporización de símbolos de señales de transmisión y/o los niveles de potencia asociados a una transmisión de enlace ascendente. En tal caso, el dispositivo puede almacenar, en su memoria, información de temporización de símbolos y de potencia de
65 transmisión derivada de la información de control de bucle cerrado durante la primera sesión de comunicación.

Posteriormente, el dispositivo puede utilizar la información de control de bucle cerrado almacenada de la primera sesión de comunicación para determinar la potencia de señal de transmisión y/o la temporización de símbolos para establecer una segunda sesión de comunicación con la estación base.

5 **[0017]** La siguiente descripción proporciona ejemplos y no limita el alcance, la aplicabilidad o los ejemplos expuestos en las reivindicaciones. Pueden hacerse cambios en la función y en la disposición de los elementos analizados sin apartarse del alcance de la divulgación. Diversos ejemplos pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes cuando proceda. Por ejemplo, los procedimientos descritos se pueden realizar en un orden diferente al descrito, y se pueden añadir, omitir o combinar diversas etapas. Asimismo, las características descritas con respecto a algunos ejemplos pueden combinarse en otros ejemplos.

10 **[0018]** La FIG. 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas 100 que usa temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares de Internet de las cosas (IoT) de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El sistema 100 incluye estaciones base 105, al menos un UE 115 y una red central 130. La red central 130 puede proporcionar autenticación de usuario, autorización de acceso, seguimiento, conectividad de protocolo de Internet (IP) y otras funciones de acceso, encaminamiento o movilidad. Las estaciones base 105 interactúan con la red central 130 a través de enlaces de retroceso 132 (por ejemplo, S1, etc.). Las estaciones base 105 pueden realizar una configuración y planificación de radio para la comunicación con los UE 115, o pueden funcionar bajo el control de un controlador de estación base (no mostrado). En diversos ejemplos, las estaciones base 105 se pueden comunicar entre sí, ya sea directa o indirectamente (por ejemplo, a través de la red central 130), por medio de enlaces de retroceso 134 (por ejemplo, X1, etc.), que pueden ser enlaces de comunicación alámbricos o inalámbricos.

15 **[0019]** Las estaciones base 105 se pueden comunicar de forma inalámbrica con los UE 115 por medio de una o más antenas de estación base. Cada una de las estaciones base 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para una respectiva área de cobertura geográfica 110. En algunos ejemplos, las estaciones base 105 se pueden denominar estación transceptora base, estación base de radio, punto de acceso, transceptor de radio, nodo B, eNB, nodo B doméstico, eNB doméstico o con alguna otra terminología adecuada. El área de cobertura geográfica 110 para una estación base 105 puede estar dividida en sectores que constituyen solo una parte del área de cobertura (no mostrada). El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede incluir estaciones base 105 de diferentes tipos (por ejemplo, estaciones base de macrocélulas y/o células pequeñas). Puede haber áreas de cobertura geográfica superpuestas 110 para diferentes tecnologías.

20 **[0020]** En algunos ejemplos, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 es una red de Evolución a Largo Plazo (LTE)/LTE Avanzada (LTE-A). En redes LTE/LTE-A, el término nodo B evolucionado (eNB) se puede usar en general para describir las estaciones base 105, mientras que el término UE se puede usar, en general, para describir los UE 115. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede ser una red LTE/LTE-A heterogénea en la que diferentes tipos de eNB proporcionan cobertura a diversas regiones geográficas. Por ejemplo, cada eNB o estación base 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocélula, una célula pequeña y/u otros tipos de célula. El término "célula" es un término de 3GPP que se puede usar para describir una estación base, una portadora o portadora componente asociada a una estación base, o un área de cobertura (por ejemplo, sector, etc.) de una portadora o estación base, dependiendo del contexto.

25 **[0021]** Una macrocélula cubre en general un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de varios kilómetros de radio) y puede permitir el acceso sin restricciones por parte de los UE 115 con suscripciones de servicio con el proveedor de red. Una célula pequeña es una estación base de menor potencia, en comparación con una macrocélula, que puede funcionar en bandas de frecuencia iguales o diferentes (por ejemplo, con licencia, sin licencia, etc.) que las macrocélulas. Las células pequeñas pueden incluir picocélulas, femtocélulas y microcélulas, de acuerdo con diversos ejemplos. Una picocélula puede cubrir, por ejemplo, un área geográfica pequeña y puede permitir el acceso sin restricciones a los UE 115 con suscripciones de servicio con el proveedor de red. Una femtocélula también puede abarcar un área geográfica pequeña (por ejemplo, un hogar) y puede proporcionar acceso restringido por parte de los UE 115 que tengan una asociación con la femtocélula (por ejemplo, diversos UE 115 en un grupo cerrado de abonados (CSG), diversos UE 115 para usuarios en el hogar y similares). Un eNB para una macrocélula puede denominarse macro-eNB. Un eNB para una célula pequeña puede denominarse eNB de célula pequeña, pico-eNB, femto-eNB o eNB doméstico. Un eNB puede admitir una o múltiples (por ejemplo, dos, tres, cuatro, etc.) células (por ejemplo, portadoras componente).

30 **[0022]** El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede admitir un funcionamiento síncrono o asíncrono. En lo que respecta al funcionamiento síncrono, las estaciones base 105 pueden tener una temporización de tramas similar, y las transmisiones desde diferentes estaciones base 105 pueden estar aproximadamente alineadas en el tiempo. En lo que respecta al funcionamiento asíncrono, las estaciones base 105 pueden tener diferentes temporizaciones de tramas, y las transmisiones desde diferentes estaciones base 105 pueden no estar alineadas en el tiempo. Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para funcionamientos síncronos o asíncronos.

65

[0023] Las redes de comunicación que pueden admitir algunos de los diversos ejemplos divulgados pueden ser redes basadas en paquetes que funcionan de acuerdo con una pila de protocolos por capas. En el plano de usuario, las comunicaciones en la capa de portadora o de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) pueden estar basadas en IP. Una capa de control de radioenlace (RLC) puede realizar una segmentación y un reensamblaje de paquetes para comunicarse a través de canales lógicos. Una capa de control de acceso al medio (MAC) puede realizar la gestión de prioridades y la multiplexación de canales lógicos en canales de transporte. La capa MAC también puede usar la solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) para proporcionar retransmisiones en la capa MAC para mejorar la eficacia de enlace. En el plano de control, la capa de protocolo de control de recursos radioeléctricos (RRC) puede permitir el establecimiento, la configuración y el mantenimiento de una conexión RRC entre un UE 115 y las estaciones base 105. La capa de protocolo RRC también se puede usar para que la red central 130 admita portadoras radioeléctricas para los datos de plano de usuario. En la capa física (PHY), los canales de transporte se pueden correlacionar con canales físicos.

[0024] Los UE 115 pueden estar dispersos por todo el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 y cada UE 115 puede ser fijo o móvil. Un UE 115 también puede incluir, o denominarse por los expertos en la técnica como, una estación móvil, una estación de abonado, una unidad móvil, una unidad de abonado, una unidad inalámbrica, una unidad remota, un dispositivo móvil, un dispositivo inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, un dispositivo remoto, una estación de abonado móvil, un terminal de acceso, un terminal móvil, un terminal inalámbrico, un terminal remoto, auriculares, un agente de usuario, un cliente móvil, un cliente o con alguna otra terminología adecuada. Un UE 115 puede ser un teléfono celular, un asistente personal digital (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo manual, una tableta electrónica, un ordenador portátil, un teléfono sin cable, una estación de bucle local inalámbrico (WLL) o similares. Un UE puede comunicarse con diversos tipos de estaciones base y equipos de red, incluyendo macro-eNB, eNB de célula pequeña, estaciones base retransmisoras y similares.

[0025] En el sistema de comunicaciones inalámbricas 100, algunos UE pueden proporcionar una comunicación automatizada. Los dispositivos inalámbricos automatizados pueden incluir los que implementan comunicación de máquina a máquina (M2M) o comunicación tipo máquina (MTC). M2M y/o MTC pueden referirse a tecnologías de comunicación de datos que permiten que los dispositivos se comuniquen entre sí o con una estación base sin intervención humana. Por ejemplo, M2M y/o MTC pueden referirse a comunicaciones desde dispositivos que integran sensores o medidores para medir o capturar información y retransmitir esa información a un servidor central o programa de aplicación que puede hacer uso de la información o presentar la información a personas que interactúan con el programa o la aplicación. Algunos UE 115 pueden ser dispositivos MTC, tales como los diseñados para recopilar información o permitir el comportamiento automatizado de las máquinas. Ejemplos de aplicaciones para dispositivos MTC incluyen medición inteligente, supervisión de inventario, supervisión de nivel de agua, supervisión de equipos, atención médica, supervisión de la vida silvestre, supervisión de fenómenos meteorológicos y geológicos, gestión y seguimiento de flotas, detección remota de seguridad, control de acceso físico y cobros comerciales basados en transacciones. Un dispositivo MTC puede funcionar usando comunicaciones semidúplex (unidireccionales) a una velocidad pico reducida. Los dispositivos MTC también pueden estar configurados para entrar en un modo de «suspensión profunda» de ahorro de energía cuando no participan en comunicaciones activas. Los UE 115 del sistema de comunicaciones inalámbricas 100 que son dispositivos M2M o MTC también pueden formar parte de IoT. Por tanto, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 también puede incluir o formar parte de un sistema IoT.

[0026] Los enlaces de comunicación 125 que se muestran en el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 pueden incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) desde un UE 115 a una estación base 105, y/o transmisiones de enlace descendente (DL) desde una estación base 105 a un UE 115. Las transmisiones de enlace descendente también se pueden denominar transmisiones de enlace directo, mientras que las transmisiones de enlace ascendente también se pueden denominar transmisiones de enlace inverso. Cada enlace de comunicación 125 puede incluir una o más portadoras, donde cada portadora puede ser una señal compuesta por múltiples subportadoras (por ejemplo, señales de forma de onda de diferentes frecuencias) moduladas de acuerdo con las diversas tecnologías de radio descritas anteriormente. Cada señal modulada puede enviarse en una subportadora diferente y puede transportar información de control (por ejemplo, señales de referencia, canales de control, etc.), información suplementaria, datos de usuario, etc. Los enlaces de comunicación 125 pueden transmitir comunicaciones bidireccionales usando un funcionamiento de duplexación por división de frecuencia (FDD) (por ejemplo, usando recursos de espectro emparejados) o de duplexación por división de tiempo (TDD) (por ejemplo, usando recursos de espectro no emparejados). Se pueden definir estructuras de trama para FDD (por ejemplo, estructura de trama de tipo 1) y TDD (por ejemplo, estructura de trama de tipo 2).

[0027] En algunos modos de realización del sistema 100, las estaciones base 105 y/o los UE 115 pueden incluir múltiples antenas para emplear esquemas de diversidad de antena para mejorar la calidad y la fiabilidad de la comunicación entre las estaciones base 105 y los UE 115. De forma adicional o alternativa, las estaciones base 105 y/o los UE 115 pueden emplear técnicas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que pueden aprovechar los entornos de múltiples trayectos para transmitir múltiples capas espaciales que contienen datos codificados iguales o diferentes.

[0028] El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede admitir un funcionamiento en múltiples células o portadoras, una característica que se puede denominar agregación de portadoras (CA) o funcionamiento multiportadora. Una portadora también se puede denominar portadora componente (CC), capa, canal, etc. Los términos "portadora", "portadora componente", "célula" y "canal" se pueden usar de manera intercambiable en el presente documento. Un UE 115 se puede configurar con múltiples CC de enlace descendente y una o más CC de enlace ascendente para agregación de portadoras. La agregación de portadoras se puede usar con portadoras componente FDD y TDD.

[0029] En determinados ejemplos, el sistema de comunicaciones inalámbricas 100 puede utilizar acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) en transmisiones de enlace descendente y acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA) en transmisiones de enlace ascendente. OFDMA y SC-FDMA dividen el ancho de banda de sistema en múltiples (K) subportadoras ortogonales, que también se denominan comúnmente tonos o celdas. Cada subportadora se puede modular con datos. La separación entre subportadoras contiguas puede ser fija, y el número total de subportadoras (K) puede depender del ancho de banda del sistema. Por ejemplo, K puede ser igual a 72, 180, 300, 600, 900 o 1200 con una separación entre subportadoras de 15 kilohercios (KHz) para un ancho de banda de sistema correspondiente (con banda de guarda) de 1,4, 3, 5, 10, 15 o 20 megahercios (MHz), respectivamente. El ancho de banda de sistema también se puede dividir en subbandas. Por ejemplo, una subbanda puede abarcar 1,08 MHz y puede haber 1, 2, 4, 8 o 16 subbandas.

[0030] En algunos casos, un UE 115 puede emplear sincronización de temporización de bucle abierto, lo que puede ahorrar energía. Por ejemplo, un UE 115 puede establecer una conexión con una estación base 105 basándose en un procedimiento de acceso inicial. Entonces, en lugar de establecer una sincronización de temporización de bucle cerrado durante el procedimiento de acceso inicial, el UE 115 puede habilitarse para proseguir las comunicaciones con la estación base 105 usando sincronización de temporización de bucle abierto. Por ejemplo, después del procedimiento de acceso inicial, el UE 115 puede recibir una señal de enlace descendente desde la estación base 105. La señal de enlace descendente puede incluir una señal OFDMA o una señal SC-FDMA, y puede incluir además un primer prefijo cíclico. Además, el UE 115 puede transmitir una señal de enlace ascendente a la estación base 105, donde la señal de enlace ascendente puede ser una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA que tiene un segundo prefijo cíclico. Debido a que la ventana de tiempo durante la cual la señal de enlace ascendente puede llegar a la estación base puede variar significativamente debido al uso de sincronización de sincronización de bucle abierto, el segundo prefijo cíclico puede tener una longitud diferente que el primer prefijo cíclico. En particular, el segundo prefijo cíclico puede ser más largo que el primer prefijo cíclico, como se describe con mayor detalle a continuación.

[0031] La FIG. 2 ilustra un ejemplo de un subsistema de comunicaciones inalámbricas 200 que usa temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El subsistema de comunicaciones inalámbricas 200 puede incluir un UE 115-a-1 y un UE 115-a-2, que pueden ser ejemplos de los UE 115 descritos anteriormente con referencia a la FIG. 1. El subsistema de comunicaciones inalámbricas 200 también puede incluir una estación base 105-a-1, que puede ser un ejemplo de una estación base 105 descrita anteriormente con referencia a la FIG. 1. El UE 115-a-1 y el UE 115-a-2 pueden comunicarse con la estación base 105-a-1 por medio del enlace de comunicación 125-a-1 y el enlace de comunicación 125-a-2, respectivamente. El enlace de comunicación 125-a-1 y el enlace de comunicación 125-a-2 pueden comprender comunicaciones de enlace ascendente y enlace descendente, como se describió anteriormente con referencia a la FIG. 1.

[0032] En un esquema de temporización de bucle cerrado, una estación base 105 puede sincronizar transmisiones de enlace ascendente desde un UE 115 de modo que el enlace ascendente llegue dentro de una determinada ventana de tiempo. Por ejemplo, una estación base 105 puede enviar un avance de temporización a un UE 115 para cubrir el retardo de ida y vuelta (por ejemplo, el tiempo que tarda una señal en propagarse entre una estación base 105 y un UE 115). El avance de temporización puede determinarse en base a una señal enviada desde un UE 115. Esta señal adicional y el establecimiento de un avance de temporización pueden representar una sobrecarga innecesaria e incluso costosa para un dispositivo IoT que sea propenso a pequeñas y poco frecuentes transmisiones de datos.

[0033] Además, en algunos casos, diferentes UE 115 pueden experimentar diferentes retardos de ida y vuelta. Por ejemplo, la distancia entre el UE 115-a-2 y la estación base 105-a-1 puede ser mayor que la distancia entre el UE 115-a-1 y la estación base 105-a-1. En un escenario de este tipo, el enlace de comunicación 125-a-2 puede tener una ruta de transmisión más larga en comparación con el enlace de comunicación 125-a-1. En consecuencia, el enlace de comunicación 125-a-2 puede experimentar un retardo de ida y vuelta más largo que el enlace de comunicación 125-a-1. Por lo tanto, se puede recibir un enlace ascendente desde el UE 115-a-1 en la estación base 105-a-1 en un momento diferente que un enlace ascendente del UE 115-a-2, lo que puede dar como resultado una recepción de señal reducida. Por lo tanto, el subsistema de comunicación 200 puede implementar temporización de bucle abierto que puede mejorar la recepción de señal y conservar los recursos de potencia.

[0034] Por ejemplo, el UE 115-a-1 puede establecer una conexión con la estación base 105-a-1 basándose en un procedimiento de acceso inicial. El procedimiento de acceso inicial puede incluir que el UE 115-a-1 descodifique un bloque de información de sistema (SIB) y, basándose en el SIB, transmita un preámbulo de canal de acceso aleatorio (RACH) a la estación base 105-a-1. Por ejemplo, el preámbulo RACH puede seleccionarse aleatoriamente a partir de

un conjunto de 64 secuencias predeterminadas. Esto puede permitir que la estación base 105-a-1 distinga entre múltiples UE 115 que intentan acceder al sistema simultáneamente. La estación base 105-a-1 puede responder con una respuesta de acceso aleatorio que proporciona una concesión de recursos UL y una identidad temporal de red de radio celular (C-RNTI). En un sistema de bucle cerrado, la respuesta de acceso aleatorio también puede incluir un avance de temporización. Sin embargo, el avance de temporización no se usa en un sistema de temporización de bucle abierto.

[0035] Después del procedimiento de acceso aleatorio inicial, el UE 115-a-1 puede recibir una señal de enlace descendente desde la estación base 105-a-1. En algunos ejemplos, la señal de enlace descendente puede incluir una señal OFDMA o una señal SC-FDMA. Además, la señal de enlace descendente puede incluir además un primer prefijo cíclico. El UE 115-a-1 puede estimar un tiempo de llegada de la señal de enlace descendente recibida. El UE 115-a-1 puede determinar un tiempo de símbolo de transmisión para la señal de enlace ascendente a la estación base 105-a-1 basándose en el tiempo de llegada estimado de la señal de enlace descendente recibida. Usando el tiempo de símbolo de transmisión, el UE 115-a-1 puede ajustar un segundo prefijo cíclico usado durante la transmisión de una señal de enlace ascendente a la estación base 105-a-1. La señal de enlace ascendente puede ser una de una señal OFDMA o una señal SC-FDMA, y el segundo prefijo cíclico puede tener una longitud diferente que el primer prefijo cíclico.

[0036] La **FIG. 3A** ilustra un ejemplo de una transmisión de señal de enlace ascendente 300 que puede usarse en un sistema de temporización de bucle abierto, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. La transmisión de señal de enlace ascendente 300 puede ser un ejemplo de una transmisión que puede realizarse a través de un enlace de comunicación 125 por un UE 115 a una estación base 105, como se describió anteriormente con referencia a las FIGS. 1 o 2. En algunos modos de realización, la transmisión de señal de enlace ascendente 300 puede incluir tráfico de carga útil de datos.

[0037] Por ejemplo, la transmisión de señal de enlace ascendente 300 puede comprender una pluralidad de símbolos que incluyen dos partes: un prefijo cíclico 305 y una carga útil 310. El prefijo cíclico 305 se puede usar para mitigar los efectos de trayectos múltiples. Por ejemplo, en un escenario de trayectos múltiples, se puede recibir un enlace ascendente desde un UE 115 en una estación base 105 desde varias rutas de transmisión diferentes. En tal caso, el enlace ascendente puede experimentar propagación de retardo y ser recibido por la estación base 105 no completamente dentro del tiempo de recepción designado. Para compensar este retardo, una parte de cada símbolo se puede añadir al comienzo de su símbolo respectivo (por ejemplo, un prefijo cíclico) de modo que se pueda recuperar la totalidad de la señal, independientemente de la propagación del retardo. En la temporización de bucle abierto, la transmisión de señal de enlace ascendente 300 puede configurarse de modo que el prefijo cíclico 305 sea lo suficientemente largo para cubrir el retardo de ida y vuelta, así como la propagación del retardo.

[0038] La **FIG. 3B** ilustra un ejemplo de una transmisión de señal de enlace descendente 302 que se puede usar en un sistema de temporización de bucle abierto, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. La transmisión de señal de enlace descendente 302 puede ser un ejemplo de una transmisión que puede realizarse a través de un enlace de comunicación 125 mediante una estación base 105 a un UE 115, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 1 o 2.

[0039] La transmisión de señal de enlace descendente 302 puede comprender una pluralidad de símbolos que incluyen dos partes: un prefijo cíclico 315 y una carga útil 320. En temporización de bucle abierto, un UE 115 puede recibir una transmisión de enlace descendente en cualquier momento. Por lo tanto, la longitud del prefijo cíclico 315 puede no necesitar cubrir el retardo de ida y vuelta, y puede ser relativamente corta. En otras palabras, la temporización de bucle abierto puede permitir que un UE 115 reciba una transmisión de enlace descendente en cualquier momento, y una estación base 105 puede recibir una transmisión de enlace ascendente de acuerdo con un determinado tiempo de recepción. Por lo tanto, la longitud del prefijo cíclico de enlace ascendente 305 (de la FIG. 3A) puede ser diferente de la longitud del prefijo cíclico de enlace descendente 315. En algunos casos, la longitud del prefijo cíclico de enlace ascendente 305 puede ser mayor que la longitud del prefijo cíclico de enlace descendente 315. Por ejemplo, la longitud del prefijo cíclico de enlace ascendente 305 puede ser al menos dos veces mayor que la longitud del prefijo cíclico de enlace descendente 315.

[0040] En algunos casos, la separación entre subportadoras de una señal de enlace ascendente puede ser diferente de la separación entre subportadoras de una señal de enlace descendente. El tiempo de símbolo de transmisión depende de la separación entre subportadoras, por lo tanto, cambiar la separación entre subportadoras del enlace ascendente puede cambiar el tiempo de símbolo de transmisión de un símbolo de enlace ascendente. Por ejemplo, debido a la relación inversa entre la separación entre subportadoras y el tiempo de símbolo de transmisión, una separación entre subportadoras más grande puede dar como resultado un tiempo de símbolo de transmisión más pequeño. Por lo tanto, en la transmisión de señal de enlace descendente 302, que utiliza un prefijo cíclico de enlace descendente más corto 315 (lo que significa que el tiempo de símbolo de transmisión también puede ser menor), se puede usar una separación entre subportadoras más grande. A la inversa, en la transmisión de señal de enlace ascendente 300, que utiliza un prefijo cíclico de enlace ascendente más largo 305 (lo que significa que el tiempo de símbolo de transmisión también puede ser más largo), se puede usar una separación entre subportadoras más pequeña. Por lo tanto, en algunos modos de realización, la separación entre subportadoras de una señal de enlace

descendente puede ser mayor que la separación entre subportadoras de una señal de enlace ascendente. En este u otros ejemplos, la separación entre subportadoras de una señal de enlace descendente puede ser al menos dos veces mayor que la separación entre subportadoras de la señal de enlace ascendente.

5 **[0041]** La **FIG. 4** ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de proceso 400 para el uso de temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El diagrama de proceso diagrama 400 puede incluir un UE 115-b, que puede ser un ejemplo de un UE 115 descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 1 o 2. El diagrama de flujo de proceso 400 también puede incluir una estación base 105-b, que puede ser un ejemplo de una estación base 105 descrita anteriormente con referencia a las FIGS. 1 o 2.

15 **[0042]** El UE 115-b puede establecer una conexión con la estación base 105-b basándose en un procedimiento de acceso inicial 405. Como se explicó anteriormente, el procedimiento de acceso inicial 405 puede incluir la transmisión de una señal RACH desde el UE 115-b a la estación base 105-b. Después de completar el procedimiento de acceso inicial 405, el UE 115-b puede recibir una señal de enlace descendente 410 desde la estación base 105-b. La señal de enlace descendente 410 puede incluir una señal OFDMA o una señal SC-FDMA, y también puede incluir un primer prefijo cíclico 315-a. La señal de enlace descendente 410 y el prefijo cíclico de enlace descendente 315-a pueden ser aspectos de la transmisión de señal de enlace descendente 302 y del prefijo cíclico de enlace descendente 315, respectivamente, como se describe con referencia a la FIG. 3B. Como se describe anteriormente con respecto a las FIGS. 3A y 3B, el prefijo cíclico de enlace descendente 315-a puede ser relativamente corto en comparación con la carga útil 320-a.

25 **[0043]** El UE 115-b también puede transmitir una señal de enlace ascendente 415 a la estación base 105-b, donde la señal de enlace ascendente 415 puede ser una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA con un segundo prefijo cíclico 305-a, y donde el segundo prefijo cíclico 305-a tiene una longitud diferente que el primer prefijo cíclico 315-a. La señal de enlace ascendente 415 y el prefijo cíclico 305-a pueden ser aspectos de la transmisión de señal de enlace ascendente 300 y del prefijo cíclico de enlace ascendente 305, como se describe con referencia a la FIG. 3A. En algunos ejemplos, una separación entre subportadoras de la señal de enlace descendente 410 es diferente de una separación entre subportadoras de la señal de enlace ascendente 415. En algunos ejemplos, la señal de enlace ascendente incluye tráfico de datos de carga útil, tal como la carga útil 310-a.

35 **[0044]** En algunos ejemplos, el UE 115-b puede estimar un tiempo de llegada de la señal de enlace descendente 410 recibida. El UE 115-b puede determinar un tiempo de símbolo de transmisión para la señal de enlace ascendente 415 a la estación base 105-b basándose en el tiempo de llegada estimado de la señal de enlace descendente 410 recibida. En algunos ejemplos, una longitud del segundo prefijo cíclico 305-a es más larga que una longitud del primer prefijo cíclico 315-a (por ejemplo, la longitud del segundo prefijo cíclico 305-a puede ser al menos dos veces mayor que la longitud del primer prefijo cíclico 315-a). En este u otros ejemplos, una separación entre subportadoras de señal de enlace descendente 410 puede ser mayor que una separación entre subportadoras de señal de enlace ascendente 415. En algunos modos de realización, la separación entre subportadoras de señal de enlace descendente 410 es al menos dos veces mayor que la separación entre subportadoras de señal de enlace ascendente 415.

45 **[0045]** En algunos casos, el UE 115-b puede recibir una asignación de recursos para la transmisión de la señal de enlace ascendente 415 a la estación base 105-b. En estos casos, la transmisión de la señal de enlace ascendente 415 puede incluir transmitir una primera transmisión de datos en un símbolo de enlace ascendente que incluye un prefijo cíclico extendido 305-a, donde el prefijo cíclico 305-a puede incluir al menos la mitad de los recursos asignados para la transmisión de la señal de enlace ascendente 415. El UE 115 puede sincronizar la señal de enlace ascendente 415 para tener en cuenta un retardo de ida y vuelta para las comunicaciones entre el UE 115-b y la estación base 105-b. En algunos modos de realización, el UE 115-b puede intercambiar datos con una red basándose en procedimientos de comunicación de tipo máquina (MTC).

50 **[0046]** La **FIG. 5** muestra un diagrama de bloques 500 de un UE 115-c configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El UE 115-c puede ser un ejemplo de aspectos de un UE 115 descrito con referencia a la FIGS. 1-4. El UE 115-c puede incluir un receptor 505, un módulo de gestión de comunicación 510 y/o un transmisor 515. El UE 115-c puede incluir también un procesador. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación con los demás.

60 **[0047]** El receptor 505 puede recibir información tal como paquetes, datos de usuario y/o información de control asociada a diversos canales de información (por ejemplo, canales de control, canales de datos e información relacionada con temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT, etc.). La información puede pasarse al módulo de gestión de comunicación 510 y a otros componentes del UE 115-c.

65 **[0048]** El módulo de gestión de comunicación 510 puede facilitar el establecimiento de una conexión con una célula basándose en un procedimiento de acceso inicial. Además, el módulo de gestión de comunicación 510 puede, en combinación con el receptor 505, facilitar la recepción de una señal de enlace descendente desde la célula, donde la señal de enlace descendente incluye una señal OFDMA o una señal SC-FDMA. La señal de enlace descendente puede incluir además un primer prefijo cíclico. Además, el módulo de gestión de comunicación 510 puede, en

combinación con el transmisor 515, facilitar la transmisión de una señal de enlace ascendente a la célula. La señal de enlace ascendente puede ser una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA y puede incluir un segundo prefijo cíclico. El segundo prefijo cíclico puede tener una longitud diferente que el primer prefijo cíclico.

5 **[0049]** El transmisor 515 puede transmitir señales recibidas desde otros componentes del UE 115-c. En algunos modos de realización, el transmisor 515 puede ubicarse conjuntamente con el receptor 505 en un módulo transceptor. El transmisor 515 puede incluir una única antena o puede incluir una pluralidad de antenas.

10 **[0050]** La **FIG. 6** muestra un diagrama de bloques 600 de un UE 115-d configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El UE 115-d puede ser un ejemplo de aspectos de un UE 115 descrito con referencia a las FIGS. 1-5. El UE 115-d puede incluir un receptor 505-a, un módulo de gestión de comunicación 510-a o un transmisor 515-a. El UE 115-d también puede incluir un procesador. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación con los demás. El módulo de gestión de comunicación 510-a también puede incluir un módulo de acceso inicial 605, un módulo de prefijo cíclico de enlace descendente 610 y un módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615.

15 **[0051]** El receptor 505-a puede recibir información que puede pasarse al módulo de gestión de comunicación 510-a y a otros componentes del UE 115-d. El receptor 505-a puede ser un ejemplo del receptor 505 de la FIG. 5. El módulo de gestión de comunicación 510-a puede realizar las operaciones descritas anteriormente con referencia a la FIG. 5 y como se describe adicionalmente a continuación. El transmisor 515-a puede transmitir señales recibidas desde otros componentes del UE 115-d, incluido el módulo de gestión de comunicación 510-a. El transmisor 515-a puede ser un ejemplo del transmisor 515 de la FIG. 5.

20 **[0052]** El módulo de acceso inicial 605 del módulo de gestión de comunicación 510-a puede facilitar el establecimiento de una conexión con una célula basándose en un procedimiento de acceso inicial, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. Por ejemplo, el módulo de acceso inicial 605 puede generar y coordinar la transmisión de un RACH a una célula. En respuesta al RACH, el módulo de acceso inicial 605 puede recibir desde la célula una asignación de recursos para la transmisión de una señal de enlace ascendente a la célula. Puesto que el UE 115-d puede usar temporización de bucle abierto en sus comunicaciones con la célula, la célula puede no transmitir un avance de temporización al UE 115-d. Por lo tanto, en su acceso inicial con la célula, el módulo de acceso inicial 605 también puede coordinar el uso de temporización de bucle abierto con la célula.

25 **[0053]** El módulo de prefijo cíclico de enlace descendente 610 puede recibir o coordinar la recepción de una señal de enlace descendente desde la célula. La señal de enlace descendente puede incluir una señal OFDMA o una señal SC-FDMA. La señal de enlace descendente puede incluir además un primer prefijo cíclico, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4.

30 **[0054]** El módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615 puede transmitir o coordinar la transmisión de una señal de enlace ascendente a la célula. La señal de enlace ascendente puede ser una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA y puede tener un segundo prefijo cíclico. El segundo prefijo cíclico puede tener una longitud diferente que el primer prefijo cíclico, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos ejemplos, una longitud del segundo prefijo cíclico puede ser más larga que una longitud del primer prefijo cíclico. En algunos ejemplos, la longitud del segundo prefijo cíclico puede ser al menos dos veces mayor que la longitud del primer prefijo cíclico. Además, en algunos ejemplos, la señal de enlace ascendente coordinada por el módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615 puede incluir tráfico de datos de carga útil. En algunos ejemplos, el módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615 puede coordinar una primera transmisión de datos en un símbolo de enlace ascendente que incluye un prefijo cíclico extendido que comprende al menos la mitad de los recursos asignados para la transmisión de la señal de enlace ascendente.

35 **[0055]** La **FIG. 7** muestra un diagrama de bloques 700 de un módulo de gestión de comunicación 510-b configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El módulo de gestión de comunicación 510-b puede ser un ejemplo de aspectos de un módulo de gestión de comunicación 510 descrito con referencia a las FIGS. 5 o 6. El módulo de gestión de comunicación 510-b puede incluir un módulo de acceso inicial 605-a, un módulo de prefijo cíclico de enlace descendente 610-a y un módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615-a. Cada uno de estos módulos puede realizar las funciones descritas anteriormente con referencia a la FIG. 6. El módulo de gestión de comunicación 510-b también puede incluir un módulo de control de temporización de bucle abierto 705 y un módulo de separación entre subportadoras 710.

40 **[0056]** El módulo de control de temporización de bucle abierto 705 puede estimar un tiempo de llegada de la señal de enlace descendente recibida, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. El módulo de control de temporización de bucle abierto 705 también puede determinar un tiempo de símbolo de transmisión para la señal de enlace ascendente a la célula basándose en el tiempo de llegada estimado de la señal de enlace descendente recibida. El módulo de control de temporización de bucle abierto 705 también puede sincronizar la señal de enlace ascendente para tener en cuenta un retardo de ida y vuelta para las comunicaciones entre el UE 115 y la célula.

[0057] El módulo de separación entre subportadoras 710 puede configurarse de modo que una separación entre subportadoras de la señal de enlace descendente pueda ser mayor que una separación entre subportadoras de la señal de enlace ascendente, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En algunos ejemplos, la separación entre subportadoras de la señal de enlace descendente puede ser al menos dos veces mayor que la separación entre subportadoras de la señal del enlace ascendente.

[0058] La **FIG. 8** muestra un diagrama de un sistema 800 que incluye un UE 115-e configurado para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El sistema 800 puede incluir un UE 115-e, que puede ser un ejemplo de un UE 115 descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 1-7. El UE 115-e puede incluir un módulo de gestión de comunicación 810, que puede ser un ejemplo de módulo de gestión de comunicación 510 descrito con referencia a las FIG. 5-7. El UE 115-e también puede incluir un módulo MTC 825. El módulo MTC 825 puede intercambiar datos con una red basándose en procedimientos MTC, como se describe con mayor detalle a continuación. El UE 115-e también puede incluir componentes para comunicaciones de voz y datos bidireccionales que incluyen componentes para transmitir comunicaciones y componentes para recibir comunicaciones. Por ejemplo, el UE 115-e puede comunicarse bidireccionalmente con el UE 115-f y/o la estación base 105-c.

[0059] El módulo MTC 825 puede intercambiar datos con una red basándose en procedimientos MTC, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. Además, el módulo MTC 825 puede ayudar al UE 115-e a utilizar el acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) para desmodular mensajes de enlace descendente y una combinación de modulación por desplazamiento mínimo gaussiano (GMSK) y acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA) para la modulación de enlace ascendente. El proceso de modulación de enlace ascendente puede incluir generar un vector de símbolos con una transformada de Fourier discreta (DFT) de M puntos, filtrar el vector de símbolos con un filtro gaussiano de dominio de frecuencia, generar un vector de muestras a partir del vector de símbolos filtrado utilizando una DFT inversa y modular el vector de muestras utilizando GMSK. En algunos casos, la modulación de enlace ascendente se puede basar en una asignación de recursos de banda estrecha recibida desde una estación base.

[0060] En otros ejemplos de procedimientos MTC, el UE 115-e puede sincronizarse con una célula usando una forma de onda conocida de antemano por el UE y común a un grupo de células en la región local. A continuación, el UE puede determinar un tiempo de canal físico de radiodifusión (PBCH). El UE 115-e puede recibir el PBCH y usarlo para determinar un ID de capa física para la célula y una frecuencia para las transmisiones de enlace ascendente. El PBCH también puede indicar una configuración de canal, que puede permitir que el UE 115-e realice un procedimiento de acceso aleatorio. La configuración de canal puede incluir una configuración de recursos de tiempo y frecuencia de un canal de tráfico compartido. En algunos casos, el UE 115-e puede determinar recursos para la transmisión de datos basándose en un índice de una transmisión de canal de control. En algunos casos, puede haber un retardo predeterminado entre las transmisiones de canal de control y las transmisiones de canal de datos. El UE 115-e puede entonces entrar en un estado de baja potencia durante el retardo.

[0061] En otros ejemplos de procedimientos MTC, el módulo MTC 825 puede configurarse para identificar recursos de tiempo y/o frecuencia asignados al UE 115-e por la estación base 105-c. En este ejemplo, la asignación de recursos puede distribuirse según un tipo y clase de la señal PRACH planificada para su transmisión. Por ejemplo, el módulo MTC 825 puede determinar que al UE 115-e se le asigna un primer subconjunto de recursos para transmitir tráfico planificado regularmente y un segundo subconjunto de recursos para transmitir tráfico bajo demanda. El tráfico planificado regularmente puede incluir, por ejemplo, mediciones de sensor notificadas a la estación base en un intervalo de tiempo predeterminado (por ejemplo, intervalo de tiempo de 24 horas). Por el contrario, un tráfico bajo demanda puede incluir una transmisión improvisada, iniciada en base a la detección de al menos un activador de notificación (por ejemplo, detectar una anomalía en el UE 115-e).

[0062] En otros ejemplos de procedimientos MTC, el UE 115-e puede realizar un procedimiento de acceso inicial para establecer una conexión con una célula de servicio. El UE 115-e puede entonces organizar una planificación de transmisión regular con la célula de servicio, que incluye un ciclo de transmisión discontinua (DTX) y una planificación de acuse de recibo. El UE 115-e puede entrar en un modo de baja potencia y abstenerse de cualquier transmisión durante el intervalo de suspensión del ciclo DTX. Después, el UE 115-e puede activarse y transmitir un mensaje a la célula de servicio después del intervalo de suspensión sin realizar otro procedimiento de acceso. El UE 115-e puede realizar otro procedimiento de acceso para transmitir en instantes de tiempo no cubiertos por la planificación de transmisión regular. Por ejemplo, si no se recibe un acuse de recibo (ACK) del mensaje, el UE 115-e puede realizar otro procedimiento de acceso para la retransmisión.

[0063] En otros ejemplos de procedimientos MTC, el módulo MTC 825 puede facilitar el uso de información de control almacenada de una primera sesión de comunicación con la estación base para determinar la información de control de potencia y temporización para una segunda sesión de comunicación posterior. Específicamente, en este ejemplo, el módulo MTC 825 puede establecer una primera sesión de comunicación con la estación base 105-c y recibir, durante la primera sesión de comunicación, información de control de bucle cerrado de la estación base 105-c para ayudar al UE 115-e a ajustar la temporización de símbolos de señales de transmisión y/o los niveles de control de potencia asociados a una transmisión de enlace ascendente. En tal caso, el módulo MTC 825 puede permitir almacenar, en la

memoria 815, información de temporización de símbolos y de potencia de transmisión derivada de la información de control de bucle cerrado durante la primera sesión de comunicación. Posteriormente, el módulo MTC 825 puede utilizar la información de control de bucle cerrado almacenada de la primera sesión de comunicación para determinar la potencia de señal de transmisión y/o la temporización de símbolos para establecer una segunda sesión de comunicación con la estación base 105-c.

[0064] El UE 115-e también puede incluir un módulo de procesamiento 805 y una memoria 815 (incluido un software (SW)) 820, un módulo transceptor 835 y una o más antenas 840, cada una de las cuales puede comunicarse, de forma directa o indirecta, entre sí (por ejemplo, a través de unos buses 845). El módulo transceptor 835 puede comunicarse bidireccionalmente, por medio de la(s) antena(s) 840 y/o enlaces alámbricos o inalámbricos, con una o más redes, como se describe anteriormente. Por ejemplo, el módulo transceptor 835 puede comunicarse bidireccionalmente con una estación base 105 y/u otro UE 115. El módulo transceptor 835 puede incluir un módem para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a la(s) antena(s) 840 para su transmisión, y para desmodular paquetes recibidos desde la(s) antena(s) 840. Si bien el UE 115-e puede incluir una sola antena 840, el UE 115-e también puede tener múltiples antenas 840 capaces de transmitir y/o recibir simultáneamente múltiples transmisiones inalámbricas.

[0065] La memoria 815 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM) y una memoria de solo lectura (ROM). La memoria 815 puede almacenar código de software/firmware legible por ordenador y ejecutable por ordenador 820 que incluye instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que el módulo de procesamiento 805 realice diversas funciones descritas en el presente documento (por ejemplo, temporización de bucle abierto y uso de prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT, etc.). De forma alternativa, el código de software/firmware 820 puede no ser directamente ejecutable por el módulo de procesamiento 805, sino hacer que un ordenador (por ejemplo, durante la compilación y la ejecución) realice las funciones descritas en el presente documento. El módulo de procesamiento 805 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente (por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU) tal como un procesador basado en ARM® o los fabricados por Intel Corporation® o AMD®, un microcontrolador, un ASIC, etc.).

[0066] La FIG. 9 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 900 para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Un UE 115 o sus componentes, descritos con referencia a las FIGS. 1-8, pueden implementar las operaciones del procedimiento 900. Por ejemplo, el módulo de gestión de comunicación 510, descrito con referencia a las FIGS. 5-9, puede realizar las operaciones del procedimiento 900. En algunos ejemplos, un UE 115 puede ejecutar un conjunto de códigos para controlar los elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación. De forma adicional o alternativa, el UE 115 puede realizar aspectos de las funciones descritas a continuación usando hardware de propósito especial.

[0067] En el bloque 905, el UE 115 puede establecer una conexión con una célula basándose en un procedimiento de acceso inicial, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 905 pueden ser realizadas por el módulo de acceso inicial 605, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.

[0068] En el bloque 910, el UE 115 puede recibir una señal de enlace descendente desde la célula, donde la señal de enlace descendente comprende una señal OFDMA o una señal SC-FDMA, comprendiendo además la señal de enlace descendente un primer prefijo cíclico, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 910 pueden ser realizadas por el módulo de prefijo cíclico de enlace descendente 610, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.

[0069] En el bloque 915, el UE 115 puede transmitir una señal de enlace ascendente a la célula, donde la señal de enlace ascendente es una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA con un segundo prefijo cíclico, y donde el segundo prefijo cíclico tiene una longitud diferente que el primer prefijo cíclico, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 915 pueden ser realizadas por el módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.

[0070] La FIG. 10 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 1000 para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Un UE 115 o sus componentes, descritos con referencia a las FIGS. 1-8, pueden implementar las operaciones del procedimiento 1000. Por ejemplo, el módulo de gestión de comunicación 510, descrito con referencia a las FIGS. 5-9, puede realizar las operaciones del procedimiento 1000. En algunos ejemplos, un UE 115 puede ejecutar un conjunto de códigos para controlar los elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación. De forma adicional o alternativa, el UE 115 puede realizar aspectos de las funciones descritas a continuación usando hardware de propósito especial. El procedimiento 1000 puede incorporar también aspectos del procedimiento 900 de la FIG. 9.

[0071] En el bloque 1005, el UE 115 puede establecer una conexión con una célula basándose en un procedimiento de acceso inicial como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1005 pueden ser realizadas por el módulo de acceso inicial 605, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.

- 5 **[0072]** En el bloque 1010, el UE 115 puede recibir una señal de enlace descendente desde la célula, donde la señal de enlace descendente comprende una señal OFDMA o una señal SC-FDMA, comprendiendo además la señal de enlace descendente un primer prefijo cíclico como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1010 pueden ser realizadas por el módulo de prefijo cíclico de enlace descendente 610, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.
- 10 **[0073]** En el bloque 1015, el UE 115 puede estimar un tiempo de llegada de la señal de enlace descendente recibida, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1015 se pueden realizar por el módulo de control de temporización de bucle abierto 705, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 7.
- 15 **[0074]** En el bloque 1020, el UE 115 puede determinar un tiempo de símbolo de transmisión para la señal de enlace ascendente a la célula basándose en el tiempo de llegada estimado de la señal de enlace descendente recibida como se describió anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1020 se pueden realizar por el módulo de control de temporización de bucle abierto 705, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 7.
- 20 **[0075]** En el bloque 1025, el UE puede transmitir una señal de enlace ascendente a la célula, donde la señal de enlace ascendente es una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA con un segundo prefijo cíclico, y donde el segundo prefijo cíclico tiene una longitud diferente que el primer prefijo cíclico, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1025 pueden ser realizadas por el módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.
- 25 **[0076]** La **FIG. 11** muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 1100 para usar temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. Un UE 115 o sus componentes, descritos con referencia a las FIGS. 1-8, pueden implementar las operaciones del procedimiento 1100. Por ejemplo, el módulo de gestión de comunicación 510, descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 5-9, puede realizar las operaciones del procedimiento 1100. En algunos ejemplos, un UE 30 115 puede ejecutar un conjunto de códigos para controlar los elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación. De forma adicional o alternativa, el UE 115 puede realizar aspectos de las funciones descritas a continuación usando hardware de propósito especial. El procedimiento 1100 también puede incorporar aspectos de los procedimientos 900 y 1000 de las FIGS. 9 y 10.
- 35 **[0077]** En el bloque 1105, el UE 115 puede establecer una conexión con una célula basándose en un procedimiento de acceso inicial como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1105 pueden ser realizadas por el módulo de acceso inicial 605, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.
- 40 **[0078]** En el bloque 1110, el UE 115 puede recibir una señal de enlace descendente desde la célula, donde la señal de enlace descendente comprende una señal OFDMA o una señal SC-FDMA, comprendiendo además la señal de enlace descendente un primer prefijo cíclico como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1110 pueden ser realizadas por el módulo de prefijo cíclico de enlace descendente 610, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.
- 45 **[0079]** En el bloque 1115, el UE 115 puede recibir una asignación de recursos para la transmisión de la señal de enlace ascendente a la célula, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1115 pueden ser realizadas por el módulo de acceso inicial 605, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.
- 50 **[0080]** En el bloque 1120, el UE 115 puede transmitir una señal de enlace ascendente a la célula, donde la señal de enlace ascendente es una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA con un segundo prefijo cíclico, y donde el segundo prefijo cíclico tiene una longitud diferente que el primer prefijo cíclico, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4. En determinados ejemplos, las operaciones del bloque 1120 pueden ser realizadas por el 55 módulo de prefijo cíclico de enlace ascendente 615, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 6.
- 60 **[0081]** La transmisión de la señal de enlace ascendente en el bloque 1120 puede incluir además transmitir una primera transmisión de datos en un símbolo de enlace ascendente que incluye un prefijo cíclico extendido que comprende al menos la mitad de los recursos asignados para la transmisión de la señal de enlace ascendente, como se describe anteriormente con referencia a las FIGS. 2-4.
- 65 **[0082]** Por lo tanto, los procedimientos 900, 1000 y 1100 pueden permitir el uso de temporización de bucle abierto y prefijos cíclicos en comunicaciones celulares IoT. Cabe destacar que los procedimientos 900, 1000 y 1100 describen posibles modos de realización, y que las operaciones y las etapas se pueden reorganizar o modificar de otro modo, de manera que son posibles otros modos de realización. En algunos ejemplos, se pueden combinar aspectos de dos o más de los procedimientos 900, 1000 o 1100.

[0083] La descripción detallada expuesta anteriormente en relación con las figuras adjuntas describe modos de realización ejemplares y no representa todos los modos de realización que pueden implementarse o que están dentro del alcance de las reivindicaciones. El término "ejemplar" usado a lo largo de esta descripción significa "que sirve como ejemplo, caso o ilustración", y no "preferente" o "ventajoso con respecto a otros modos de realización". La descripción detallada incluye detalles específicos con el propósito de proporcionar un entendimiento de las técnicas descritas. Sin embargo, estas técnicas pueden ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques para no complicar los conceptos de los modos de realización descritos.

[0084] La información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y chips que pueden haberse mencionado a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

[0085] Los diversos bloques y módulos ilustrativos descritos en relación con la divulgación en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un ASIC, una FPGA u otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistor o puertas discretas, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos (por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, múltiples microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP o cualquier otra de configuración de este tipo).

[0086] Las funciones descritas en el presente documento se pueden implementar en hardware, software ejecutado por un procesador, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software ejecutado por un procesador, las funciones pueden almacenarse en, o transmitir a través de, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Otros ejemplos y modos de realización están dentro del alcance de la divulgación y de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones descritas anteriormente pueden implementarse usando software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, cableado o combinaciones de cualquiera de estos. Los rasgos característicos que implementan funciones también pueden estar físicamente ubicados en diversas posiciones, lo que incluye estar distribuidos de modo que partes de las funciones se implementen en diferentes ubicaciones físicas. Además, como se usa en el presente documento, incluidas las reivindicaciones, "o", como se usa en una lista de elementos (por ejemplo, una lista de elementos precedida por una expresión tal como "al menos uno/a de" o "uno/a o más de") indica una lista disyuntiva de manera que, por ejemplo, una lista de "al menos uno/a de A, B o C" significa A o B o C o AB o AC o BC o ABC (es decir, A y B y C).

[0087] Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyen cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, los medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, memoria de solo lectura programable y eléctricamente borrable (EEPROM), ROM de disco compacto (CD-ROM) u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseado, en forma de instrucciones o estructuras de datos, y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o mediante un procesador de propósito general o de propósito especial. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea digital de abonado (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el CD, el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen habitualmente datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres.

[0088] Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicaciones inalámbricas, tales como el acceso múltiple por división de código (CDMA), el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), el OFDMA, el SC-FDMA y otros sistemas. Los términos "sistema" y "red" se usan a menudo de manera intercambiable. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio, tal como CDMA2000, acceso radioeléctrico terrestre universal (UTRA), etc. CDMA2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Las versiones 0 y A de IS-2000 se denominan comúnmente CDMA2000 1X, 1X, etc. La norma IS-856 (TIA-856) se denomina comúnmente CDMA2000 1xEV-DO, Datos de Paquetes de Alta Velocidad (HRPD), etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema OFDMA puede

5 implementar una tecnología de radio tal como la Banda Ancha Ultramóvil (UMB), UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, OFDM Flash, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La Evolución a Largo Plazo (LTE) y la LTE Avanzada (LTE-A) de 3GPP son versiones nuevas del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) que usan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de una organización denominada "Segundo Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse en los sistemas y las tecnologías de radio mencionados anteriormente, así como en otros sistemas y tecnologías de radio. Sin embargo, la descripción anterior describe un sistema LTE con fines de ejemplo, y la terminología de LTE se usa en gran parte de la descripción anterior, aunque las técnicas son aplicables más allá de las aplicaciones de LTE.

10

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica en un equipo de usuario, UE, que comprende:
 - 5 establecer (905) una conexión con una célula en base a un procedimiento de acceso inicial, donde una separación entre subportadoras de una señal de enlace descendente es mayor que una separación entre subportadoras de una señal de enlace ascendente;
 - 10 recibir (910) la señal de enlace descendente desde la célula, comprendiendo la señal de enlace descendente una señal de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia, OFDMA, o una señal de acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora, SC-FDMA, comprendiendo además la señal de enlace descendente un primer prefijo cíclico;
 - 15 estimar (1015) un tiempo de llegada de la señal de enlace descendente recibida;
 - determinar (1020) un tiempo de símbolo de transmisión para la señal de enlace ascendente hasta la célula basándose en el tiempo de llegada estimado de la señal de enlace descendente recibida; y
 - 20 transmitir (915) la señal de enlace ascendente a la célula, donde la señal de enlace ascendente es una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA con un segundo prefijo cíclico, y donde la longitud del segundo prefijo cíclico es mayor que la longitud del primer prefijo cíclico.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la señal de enlace ascendente incluye tráfico de datos de carga útil.
- 25 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la longitud del segundo prefijo cíclico es al menos dos veces más larga que la longitud del primer prefijo cíclico.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la separación entre subportadoras de la señal de enlace descendente es al menos dos veces mayor que la separación entre subportadoras de la señal del enlace ascendente.
- 30 5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
 - 35 recibir (1115) una asignación de recursos para la transmisión de la señal de enlace ascendente a la célula; y
 - en el que la transmisión de la señal de enlace ascendente comprende:
 - 40 transmitir una primera transmisión de datos en un símbolo de enlace ascendente que incluye un prefijo cíclico extendido que comprende al menos la mitad de los recursos asignados para la transmisión de la señal de enlace ascendente.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
 - 45 sincronizar la señal de enlace ascendente para tener en cuenta un retardo de ida y vuelta para las comunicaciones entre el UE y la célula.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
 - 50 intercambiar datos con una red en base a procedimientos de comunicación de tipo máquina, MTC.
8. Un aparato para la comunicación inalámbrica en un equipo de usuario, UE, que comprende:
 - 55 medios para establecer (905) una conexión con una célula en base a un procedimiento de acceso inicial, donde una separación entre subportadoras de una señal de enlace descendente es mayor que una separación entre subportadoras de una señal de enlace ascendente;
 - 60 medios para recibir (910) la señal de enlace descendente desde la célula, comprendiendo la señal de enlace descendente una señal de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia, OFDMA, o una señal de acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora, SC-FDMA, comprendiendo además la señal de enlace descendente un primer prefijo cíclico;
 - medios para estimar (1015) un tiempo de llegada de la señal de enlace descendente recibida;
 - 65 medios para determinar (1020) un tiempo de símbolo de transmisión para la señal de enlace ascendente hasta la célula basándose en el tiempo de llegada estimado de la señal de enlace descendente recibida; y

medios para transmitir (915) la señal de enlace ascendente a la célula, donde la señal de enlace ascendente es una de entre una señal OFDMA o una señal SC-FDMA con el segundo prefijo cíclico, y donde la longitud del segundo prefijo cíclico es mayor que la longitud del primer prefijo cíclico.

- 5
9. El aparato de la reivindicación 8, en el que la señal de enlace ascendente incluye tráfico de datos de carga útil.
- 10
10. Un medio no transitorio legible por ordenador que almacena código para la comunicación inalámbrica en un equipo de usuario, UE, comprendiendo el código instrucciones ejecutables para realizar todas las etapas de los procedimientos reivindicados en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7.

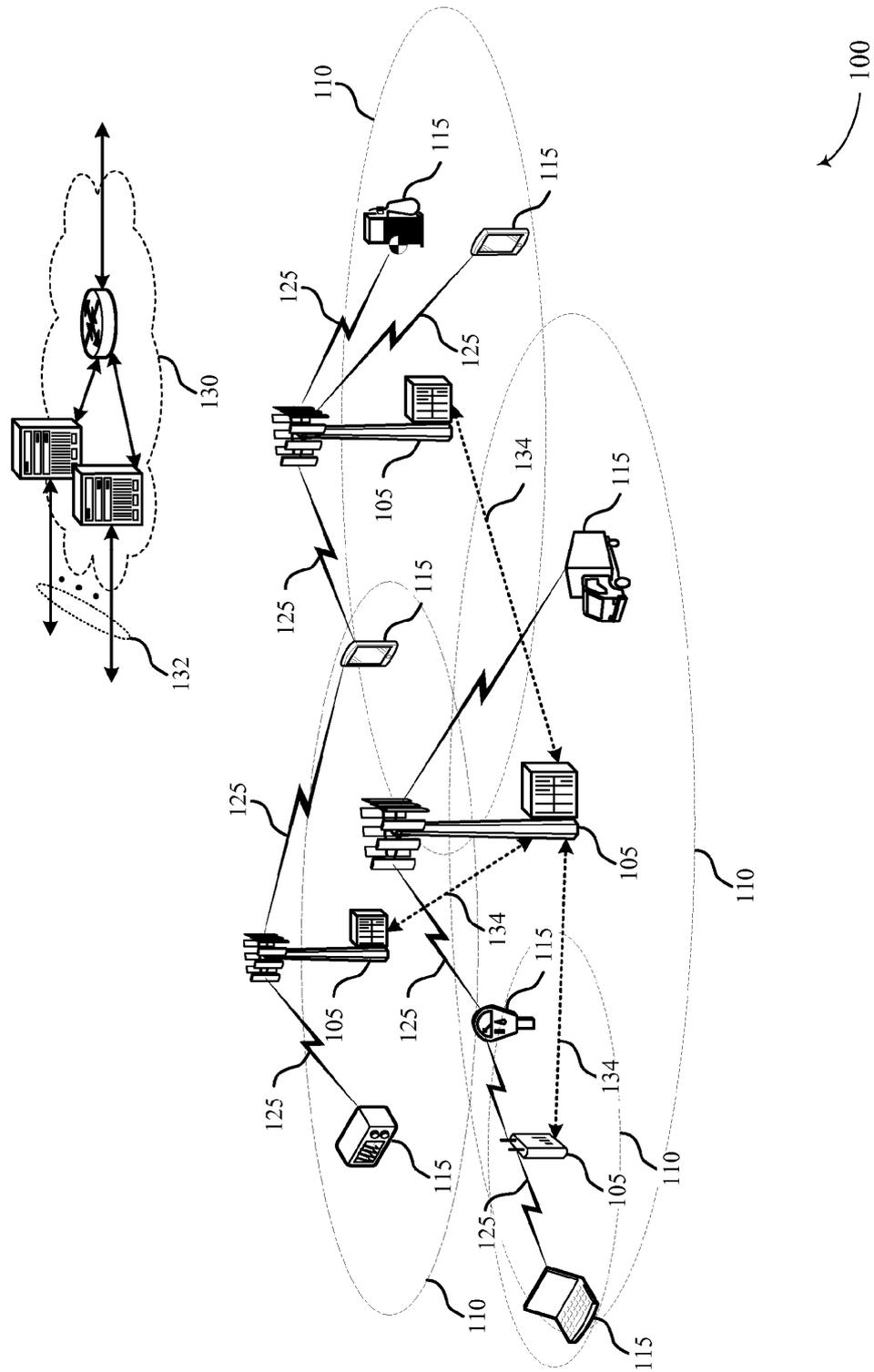


FIG. 1

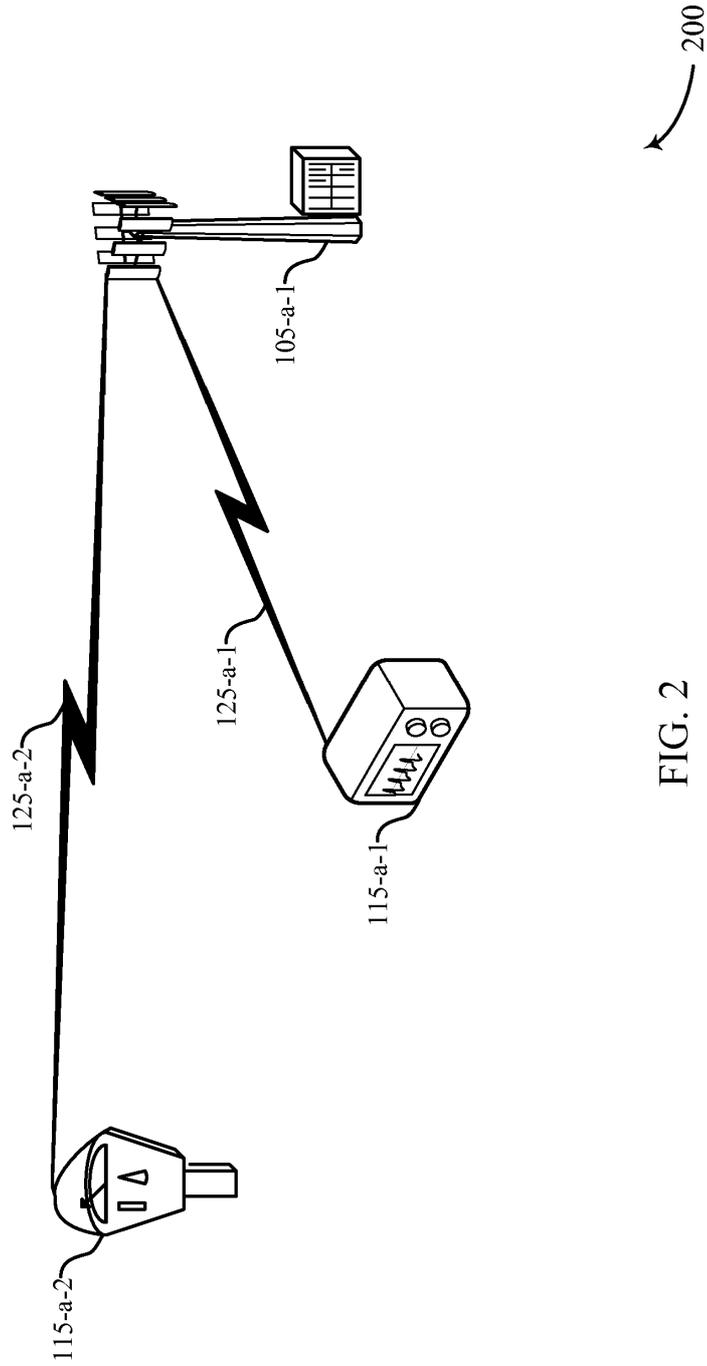


FIG. 2

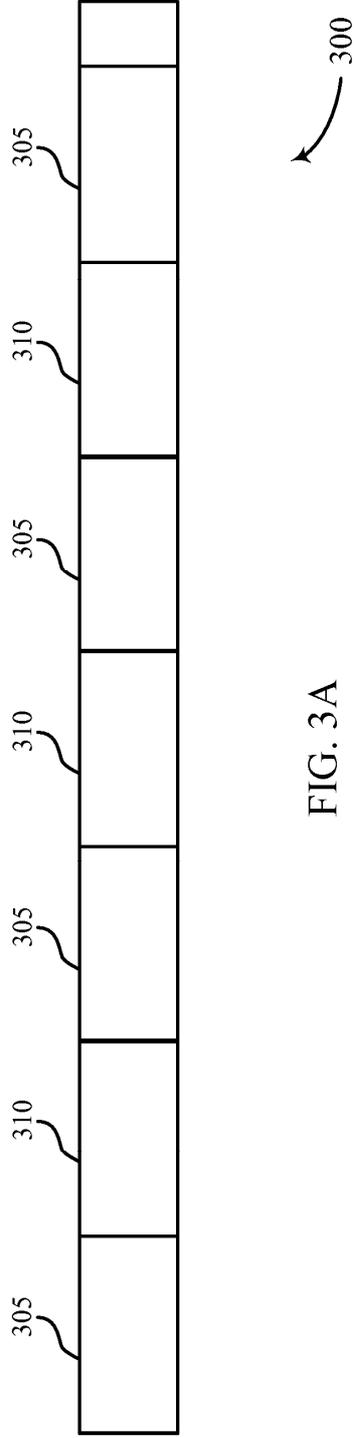


FIG. 3A

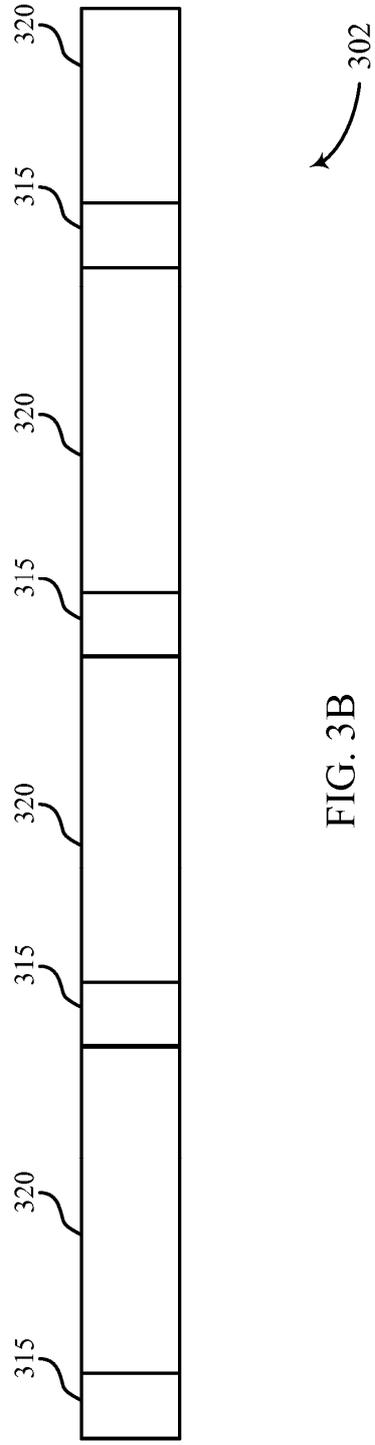


FIG. 3B

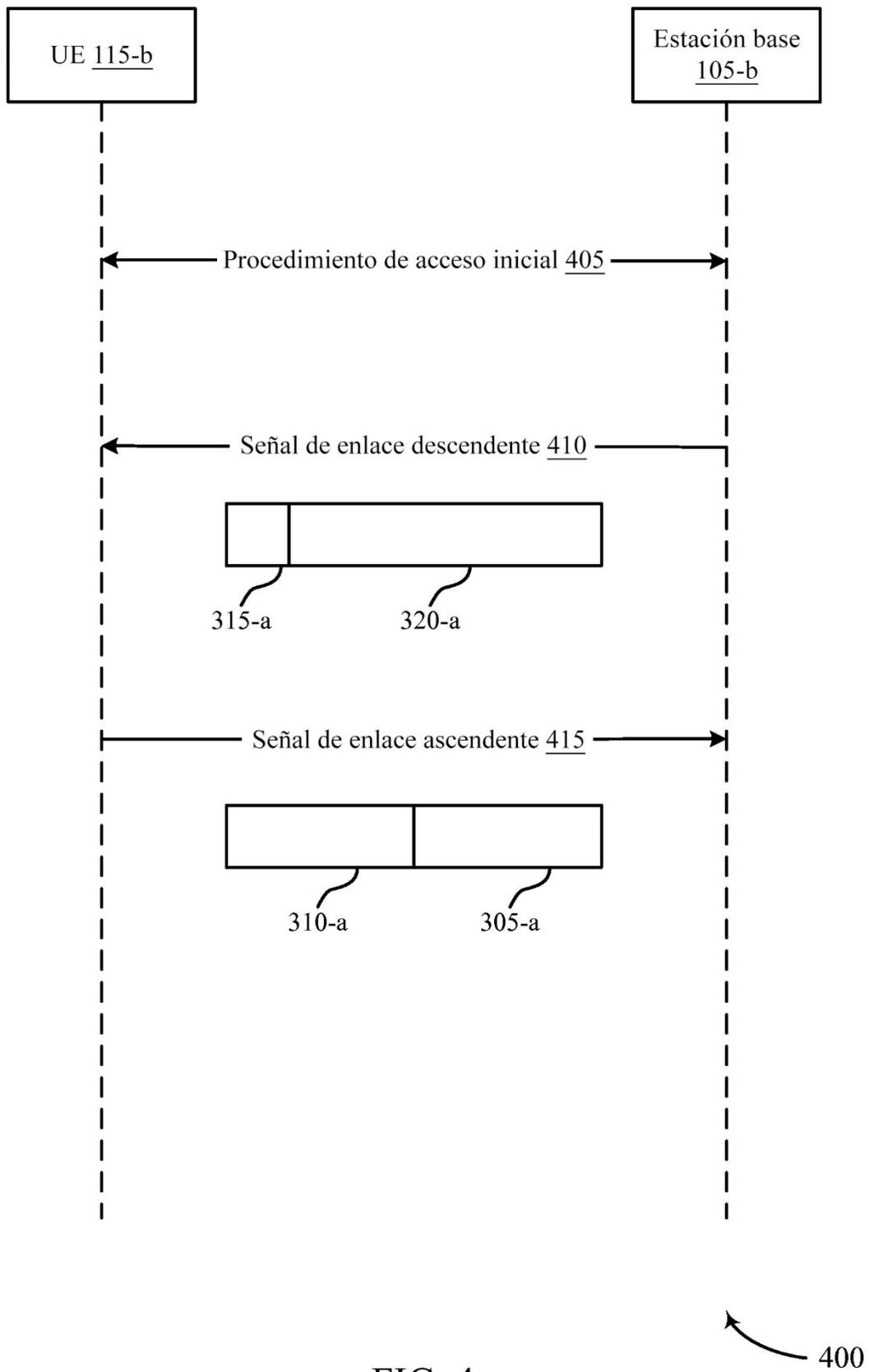


FIG. 4

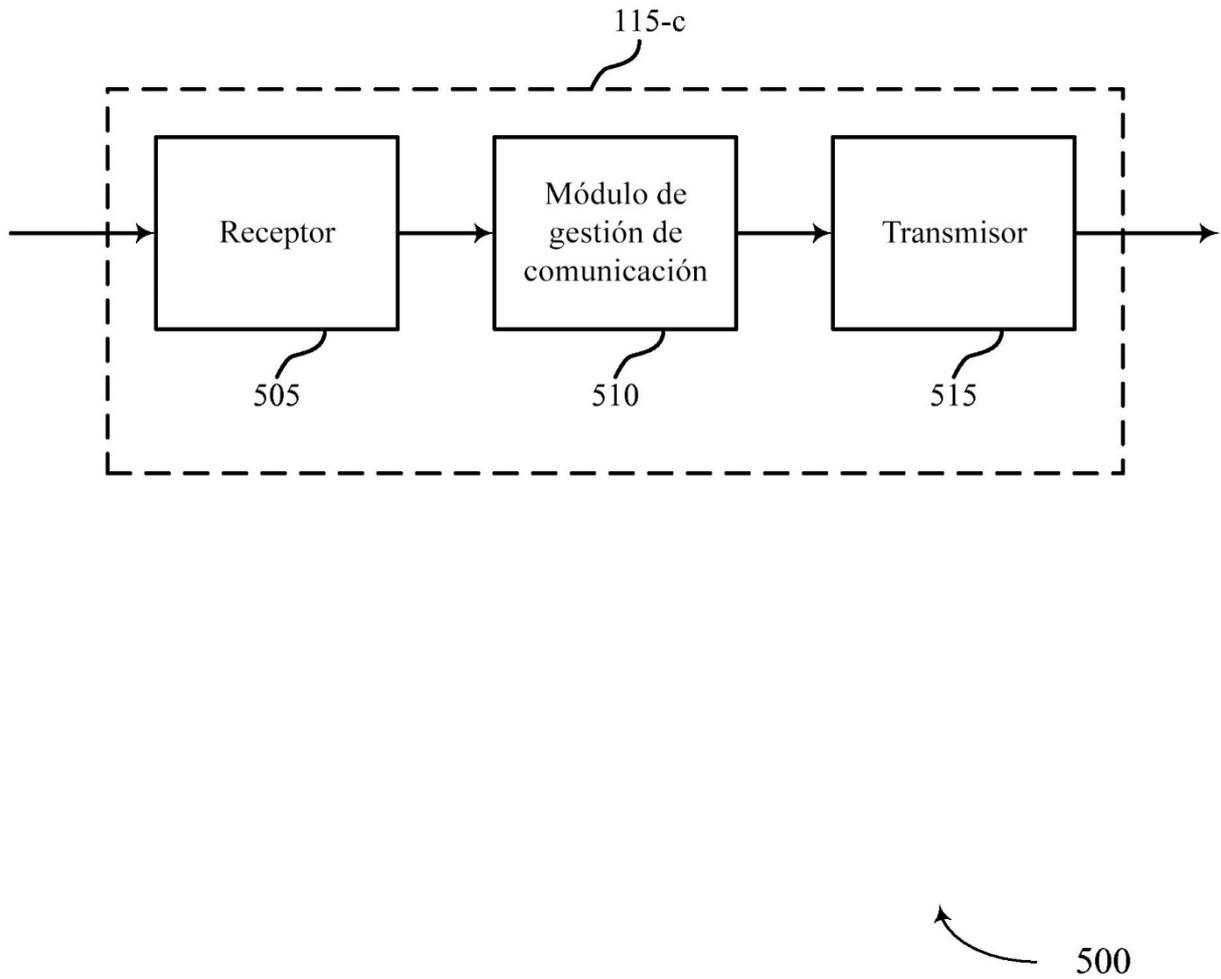


FIG. 5

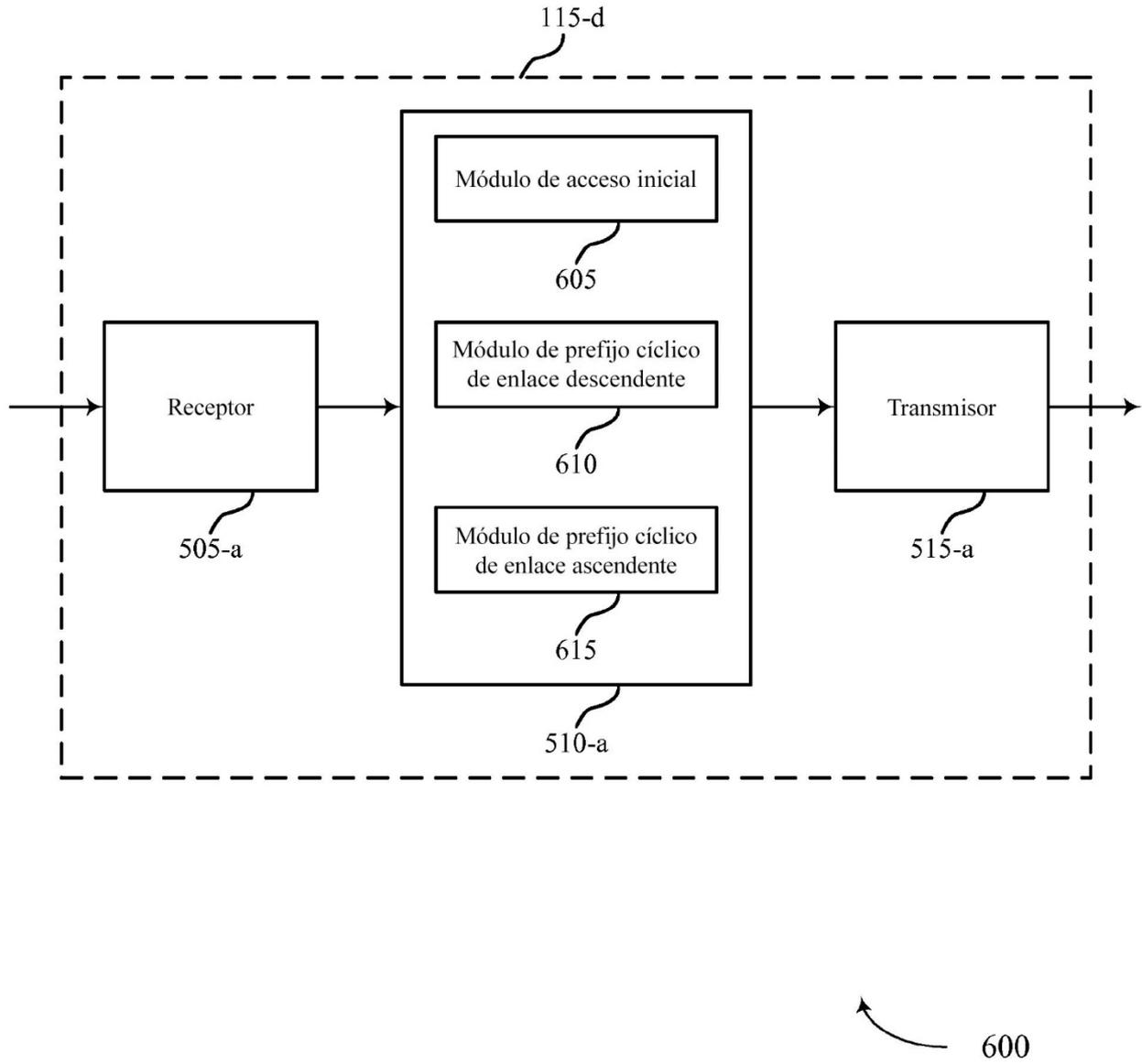


FIG. 6

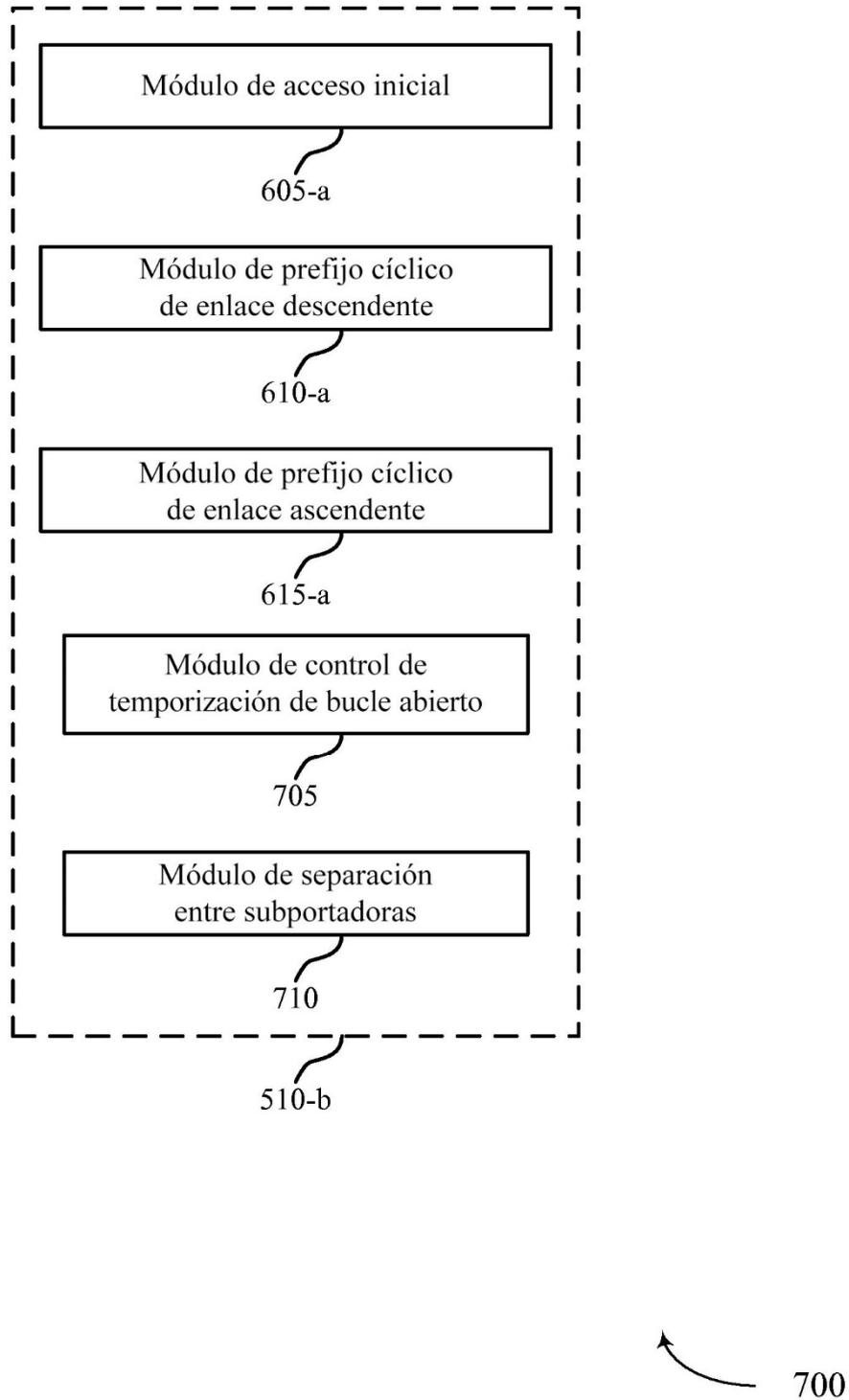


FIG. 7

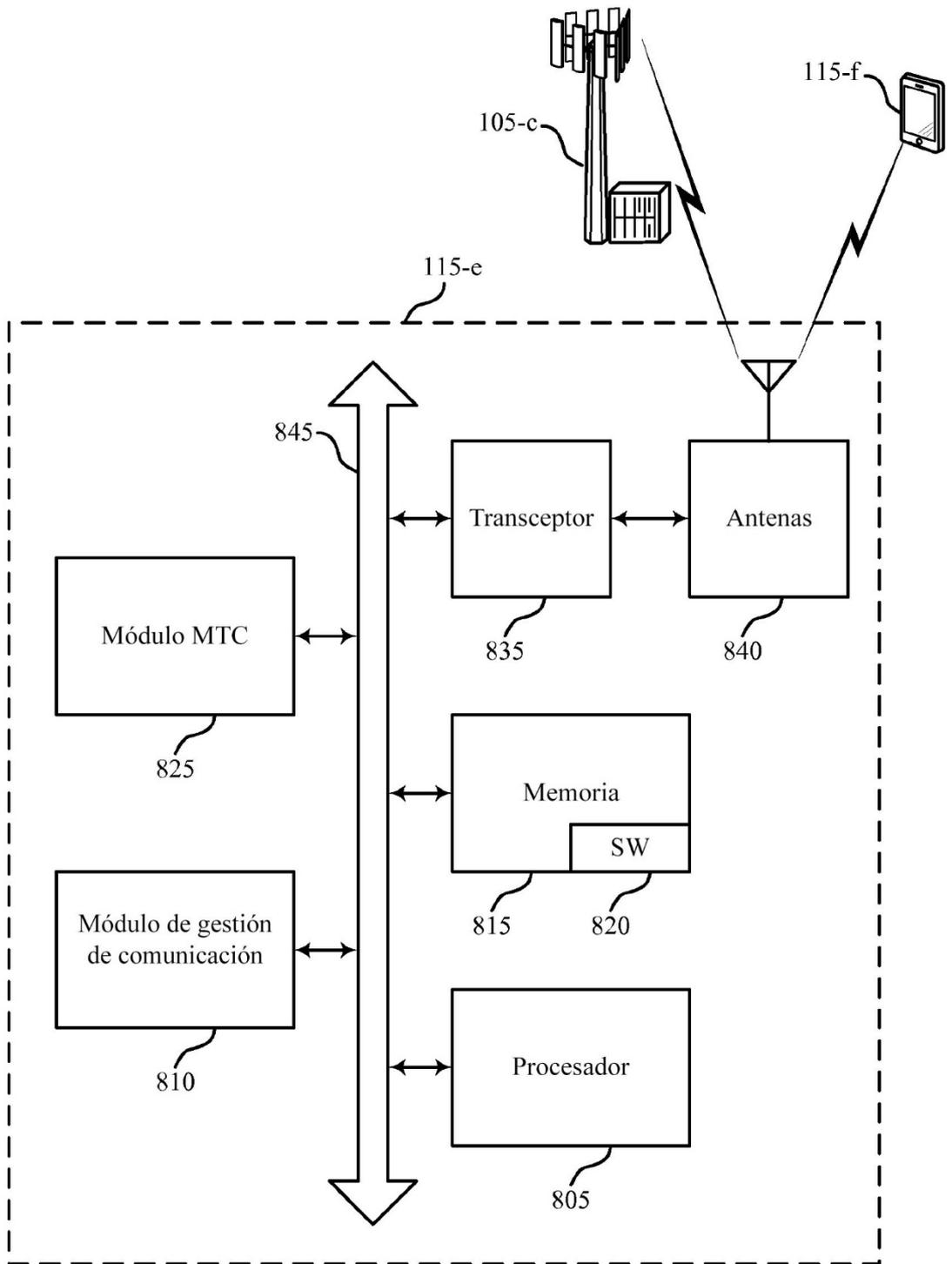
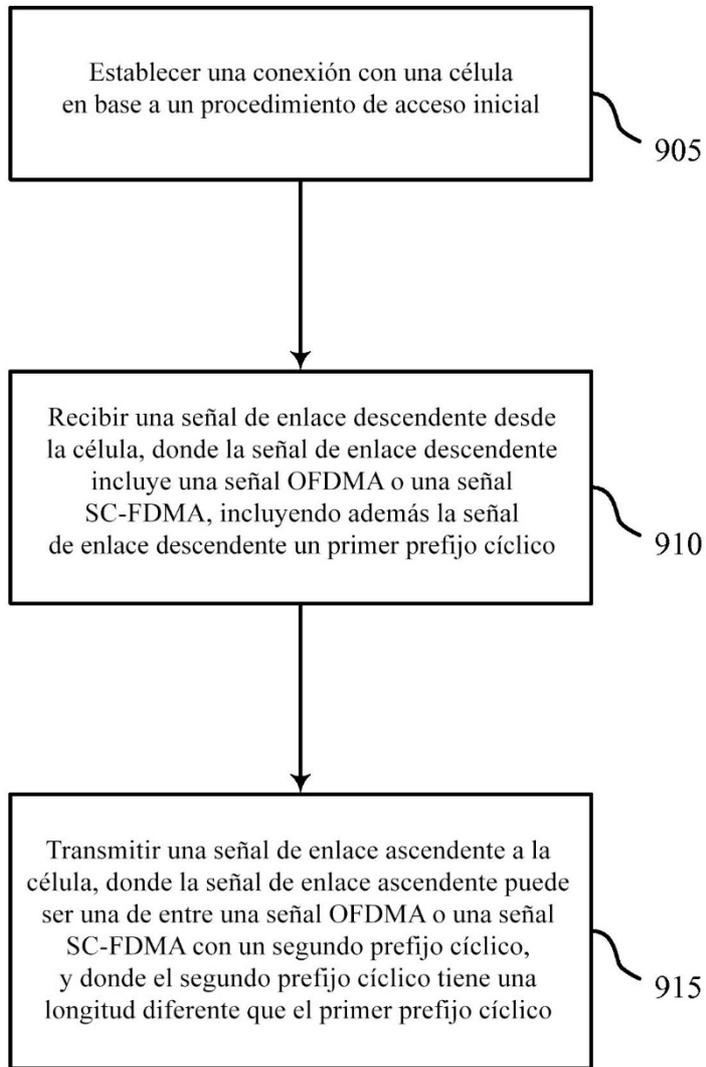


FIG. 8

800



900

FIG. 9

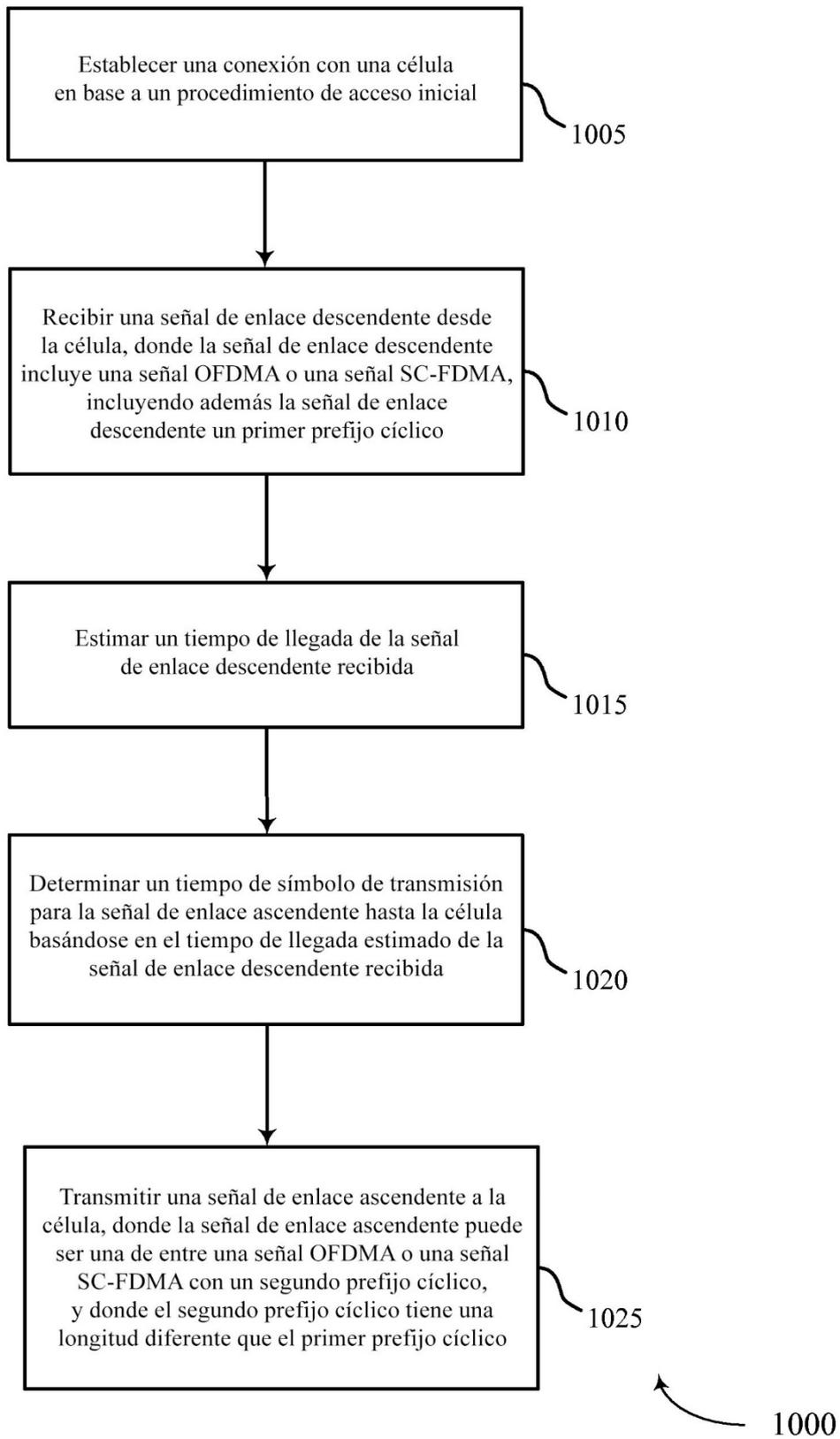
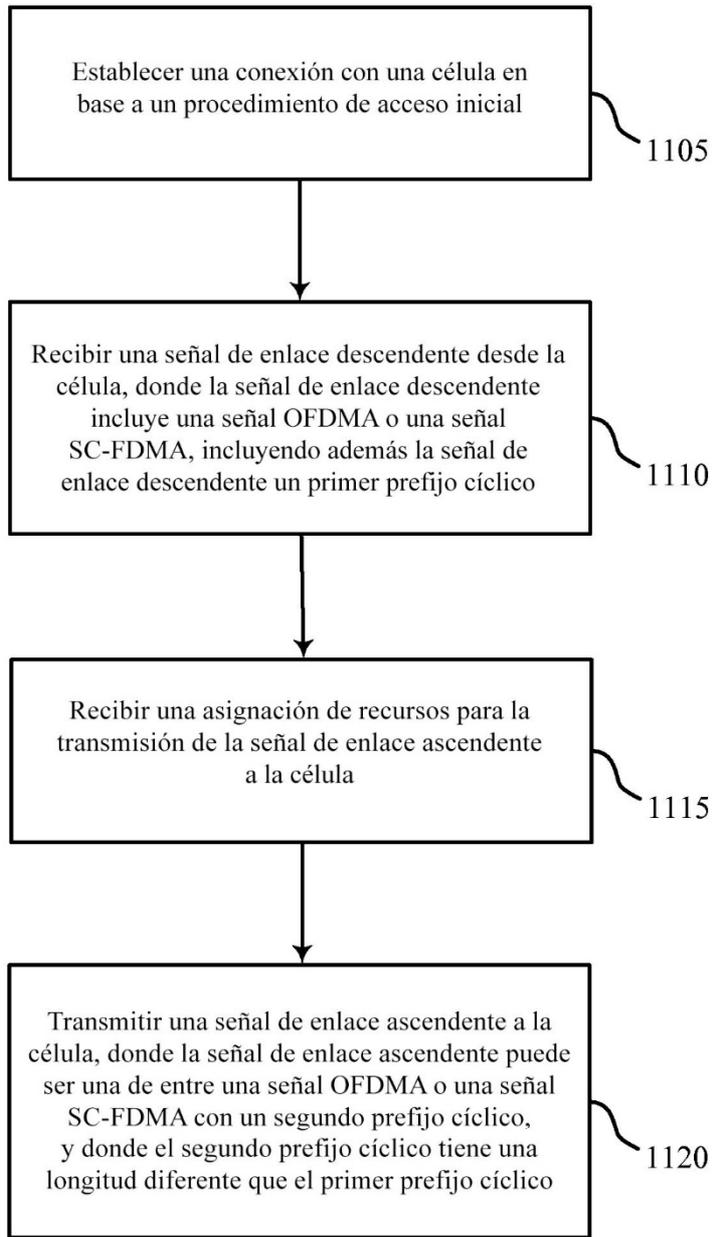


FIG. 10



1100

FIG. 11