

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 646**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04B 7/0452** (2007.01)

**H04W 72/12** (2009.01)

**H04W 84/12** (2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2015 E 21165237 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2022 EP 3860071**

54 Título: **Sistema y método para establecer la longitud del prefijo cíclico**

30 Prioridad:

**20.11.2014 US 201462082234 P**

**29.09.2015 US 201514869411**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**21.03.2023**

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)  
Huawei Administration Building Bantian,  
Longgang District  
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**RONG, ZHIGANG y  
YANG, YUNSONG**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 936 646 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

Sistema y método para establecer la longitud del prefijo cíclico

### Campo técnico

5 La presente invención se refiere a comunicaciones digitales y, en realizaciones concretas, al establecimiento de la longitud del prefijo cíclico (CP).

### Antecedentes

El número de dispositivos que usan redes de área local inalámbricas (WLAN) sigue mostrando un crecimiento espectacular. Las WLAN permiten a los usuarios conectarse a servicios de alta velocidad sin estar atados a conexiones por cable. Las WLAN son sistemas de comunicaciones inalámbricas que se basan en la serie de estándares técnicos IEEE 802.11. Normalmente, a medida que aumenta el número de dispositivos que usan WLAN, también aumentará la densidad de dispositivos en las WLAN (por ejemplo, en los puntos de acceso (AP) y las estaciones (STA)). Las altas densidades de AP (también conocidas comúnmente como controlador de comunicaciones, controlador y similares) y estaciones (también conocidas comúnmente como usuario, abonado, terminal y similares) tienden a hacer que las WLAN sean menos eficientes, especialmente porque las WLAN originales fueron diseñadas suponiendo una baja densidad de AP y de estaciones. Como ejemplo de ineficiencia, un esquema de control de acceso al medio (MAC) basado en el acceso de canal distribuido mejorado (EDCA) que actualmente se usa generalmente no funciona de manera eficiente en un entorno con alta densidad de AP y estaciones.

Se ha formado un grupo de estudio IEEE 802.11 recién formado llamado "High Efficiency WLAN (HEW)" para estudiar, entre otras cosas, la mejora del rendimiento del sistema en un entorno de alta densidad. Como resultado del estudio del Grupo de Estudio HEW, se formó un Grupo de Trabajo llamado TGax.

El documento US 2013/0022090 A1 se refiere a un método que comprende: recibir, desde cada uno de una pluralidad de dispositivos móviles, una señal de enlace ascendente; estimar, basándose en la señal de enlace ascendente recibida, una característica de canal de un canal de enlace ascendente para cada uno de la pluralidad de dispositivos móviles; y determinar, basándose en la comparación de la característica de canal estimada con un umbral característico, un modo del prefijo cíclico para cada uno de la pluralidad de dispositivos móviles.

### Compendio de la descripción

Las realizaciones de la invención se definen mediante las reivindicaciones. Las realizaciones de ejemplo de la presente descripción proporcionan métodos, una estación, un punto de acceso y un medio de almacenamiento legible por ordenador para establecer la longitud del prefijo cíclico.

30 Una ventaja de una realización es que la longitud del prefijo cíclico se establece de acuerdo con indicadores implícitos o explícitos sin requerir comandos de avance de temporización, por lo tanto, se reduce la sobrecarga de comunicaciones.

Una ventaja adicional de una realización es que la longitud del prefijo cíclico de enlace ascendente se puede ajustar mediante el ajuste de la longitud del prefijo cíclico de enlace descendente, por lo tanto, la sobrecarga de señalización de la indicación de la longitud del prefijo cíclico de enlace ascendente se reduce aprovechando la indicación existente de la longitud de CP de enlace descendente.

### Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención y las ventajas de la misma, ahora se hace referencia a las siguientes descripciones tomadas junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 40 La Figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con una realización;
- la Figura 2 ilustra un diagrama de temporización de acceso al canal de acuerdo con una realización;
- la Figura 3a ilustra un diagrama de flujo de operaciones que ocurren en un AP cuando el AP transmite información de programación de enlace ascendente a estaciones de acuerdo con una realización;
- 45 la Figura 3b ilustra un diagrama de flujo de operaciones que ocurren en una estación cuando la estación transmite a su AP de acuerdo con una realización;
- la Figura 4 ilustra un ejemplo de interacción entre un AP y dos estaciones (STA1 y STA2) de acuerdo con una realización;
- la Figura 5 ilustra un diagrama de intercambio de mensajes que resalta los mensajes intercambiados entre una estación y su AP, donde un indicador del uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL está incluido en la información de programación de enlace ascendente de acuerdo con una realización;
- 50

la Figura 6 ilustra un diagrama de intercambio de mensajes que resalta los mensajes intercambiados entre una estación y su AP, donde la estación determina si se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL de acuerdo con una realización;

5 las Figuras 7a y 7b ilustran diagramas de flujo de operaciones de ejemplo que ocurren en un AP cuando el AP transmite información de programación de enlace ascendente a estaciones y a una estación cuando la estación transmite a su AP de acuerdo con una realización; y

la Figura 8 ilustra una plataforma informática que puede usarse para implementar, por ejemplo, los dispositivos y métodos descritos en la presente memoria, de acuerdo con una realización.

### Descripción detallada de las realizaciones ilustrativas

10 El funcionamiento de las realizaciones de ejemplo actuales y la estructura de las mismas se describe en detalle a continuación. Debe apreciarse, sin embargo, que la presente descripción proporciona muchos conceptos inventivos aplicables que pueden incorporarse en una amplia variedad de contextos específicos. Las realizaciones específicas discutidas son meramente ilustrativas de estructuras específicas de la descripción y formas de operar la descripción, y no limitan el alcance de la descripción.

15 La presente descripción se describirá con respecto a realizaciones de ejemplo en un contexto específico, a saber, sistemas de comunicaciones que usan prefijos cíclicos de diferente longitud para ayudar a mantener la ortogonalidad de la señal. La descripción se puede aplicar a los sistemas de comunicaciones que cumplen con los estándares, tales como aquellos que cumplen con el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), el IEEE 802.11 y similares, estándares técnicos y sistemas de comunicaciones que no cumplen con los estándares, que usan prefijos cíclicos de  
20 diferente longitud para ayudar a mantener la ortogonalidad de la señal.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de sistema 100 de comunicaciones inalámbricas. El sistema 100 de comunicaciones inalámbricas incluye un punto 105 de acceso (AP) que sirve a una o más estaciones, tales como las estaciones 110-116 (STA), recibiendo comunicaciones que se originan en las estaciones y luego reenviando la comunicaciones a sus  
25 destinos previstos o recibiendo comunicaciones destinadas a las estaciones y luego reenviando las comunicaciones a sus estaciones previstas. Además de comunicarse a través del AP 105, algunas estaciones pueden comunicarse directamente entre sí. Como ejemplo ilustrativo, la estación 116 puede transmitir directamente a la estación 118. Si bien se entiende que los sistemas de comunicaciones pueden emplear múltiples AP capaces de comunicarse con diversas estaciones, solo se ilustra un AP y diversas estaciones por simplicidad.

Las transmisiones hacia y/o desde una estación ocurren en un canal inalámbrico compartido. Las WLAN hacen uso  
30 del acceso múltiple con detección de portadora con prevención de colisiones (CSMA/CA), donde una estación que desea transmitir debe competir por el acceso al canal inalámbrico antes de poder transmitir. Una estación puede competir por el acceso al canal inalámbrico usando un vector de asignación de red (NAV). El NAV puede fijarse a un primer valor para representar que el canal inalámbrico está ocupado y a un segundo valor para representar que el canal inalámbrico está inactivo. El NAV puede ser fijado por la estación de acuerdo con la detección de portadora  
35 física y/o la recepción de transmisiones de otras estaciones y/o AP. Por lo tanto, competir por el acceso al canal inalámbrico puede requerir que la estación dedique una cantidad significativa de tiempo, disminuyendo así la utilización del canal inalámbrico y la eficiencia general. Además, competir por el acceso al canal inalámbrico puede resultar difícil, si no imposible, a medida que aumenta el número de estaciones que compiten por el acceso.

La Figura 2 ilustra un diagrama 200 de un ejemplo de temporización de acceso al canal. Una primera traza 205  
40 representa el acceso al canal para una primera estación (STA 1), una segunda traza 207 representa el acceso al canal para una segunda estación (STA 2) y una tercera traza 209 representa el acceso al canal para una tercera estación (STA 3). Un espacio entre tramas corto (SIFS) tiene una duración de 16 microsegundos, un espacio entre tramas de la función de coordinación de puntos (PCF) (PIFS) tiene una duración de 25 microsegundos, mientras que un espacio entre tramas distribuido (DIFS) puede durar más que el SIFS o el PIFS. Un período de espera puede tener una duración  
45 aleatoria. Por lo tanto, es posible que la exploración activa no proporcione la mejor solución cuando hay un gran número de estaciones que intentan realizar el descubrimiento de AP/red.

En los sistemas de comunicaciones móviles, por ejemplo, los sistemas de comunicaciones compatibles con LTE 3GPP, se ha demostrado que el acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA) puede proporcionar  
50 un rendimiento robusto en entornos de alta densidad. OFDMA tiene la capacidad de soportar múltiples usuarios simultáneamente al transportar tráfico de diferentes usuarios en partes diferentes del ancho de banda del sistema de comunicaciones. En general, OFDMA puede admitir una gran cantidad de usuarios de manera más eficiente, especialmente cuando el tráfico de datos de usuarios individuales es bajo. Específicamente, OFDMA puede evitar desperdiciar recursos de frecuencia si el tráfico de un usuario no puede llenar la totalidad del ancho de banda del sistema de comunicaciones utilizando el ancho de banda no utilizado para transportar las transmisiones de otros  
55 usuarios. La capacidad de utilizar el ancho de banda no utilizado puede volverse crucial a medida que el ancho de banda del sistema de comunicaciones continúa ampliándose.

De manera similar, las técnicas de múltiples entradas y múltiples salidas multiusuario de enlace ascendente (MU-MIMO de UL) también se han usado en sistemas de comunicaciones móviles, por ejemplo, LTE 3GPP, para mejorar

el rendimiento del sistema de comunicaciones. MU-MIMO de UL permite que diversos usuarios transmitan simultáneamente en los mismos recursos de tiempo-frecuencia con las transmisiones separadas en el espacio (es decir, en diferentes flujos espaciales).

Para admitir OFDMA y/o MU-MIMO de UL, generalmente se requiere que las señales transmitidas de los múltiples usuarios (estaciones) lleguen al receptor (AP) sustancialmente al mismo tiempo, de lo contrario, la ortogonalidad entre las señales de los múltiples usuarios puede ser destruida. Para las transmisiones de enlace descendente, esto se logra fácilmente ya que las transmisiones de enlace descendente son de un solo AP (o de múltiples AP que pueden coordinarse fácilmente). Para las transmisiones de enlace ascendente, esto normalmente se vuelve más difícil ya que las transmisiones son de múltiples usuarios y los múltiples usuarios pueden estar operando de forma independiente, lo que dificulta la coordinación.

En los sistemas de comunicaciones compatibles con LTE 3GPP, la sincronización de enlace ascendente se logra a través de un NodoB evolucionado (eNB) que envía comandos de avance de temporización a los equipos de usuario (UE). Los eNB también se denominan comúnmente NodoB, AP, estaciones base, controladores, controladores de comunicaciones y similares. Los UE también se denominan comúnmente estaciones, usuarios, abonados, estaciones móviles, móviles, terminales y similares.

El valor de avance de temporización controla el desplazamiento de tiempo de la transmisión de un UE en el enlace ascendente. Para los UE que están más cerca del eNB (por lo tanto, con un retardo de propagación más corto), se puede usar un valor de avance de  $r$  más pequeño. Para los UE que están más lejos del eNB (por lo tanto, con mayor retardo de propagación), se puede usar un valor de avance de tiempo mayor. Controlando el tiempo de transmisión de enlace ascendente para diferentes UE, el eNB puede asegurarse de que el tiempo de llegada de las señales que se originan en múltiples UE esté alineado.

Sin embargo, en un entorno de alta densidad, es posible que no sea factible enviar comandos de avance de temporización a un gran número de estaciones. Además, los sistemas de comunicaciones que cumplen con el IEEE 802.11 son de naturaleza asíncrona, es difícil para un AP estimar el desplazamiento de tiempo requerido para cada estación debido a factores como la existencia de un intervalo de espera aleatorio. Además, el envío de comandos de avance de temporización a un gran número de estaciones puede consumir una cantidad considerable de recursos en el sistema de comunicaciones, lo que genera una gran sobrecarga del sistema de comunicaciones.

Según una realización de ejemplo, se usa un indicador del uso de OFDMA y/o de MU-MIMO de UL en el enlace ascendente para informar a las estaciones que se está utilizando OFDMA y/o MU-MIMO de UL para las transmisiones de enlace ascendente y para ajustar su prefijo cíclico (CP). La longitud del prefijo cíclico puede basarse en un valor derivado de la longitud de un prefijo cíclico usado en la transmisión de la trama de activación. La longitud del prefijo cíclico usado en la transmisión de la trama de activación puede indicarse en la trama de disparo. Como ejemplo ilustrativo, una estación recibe información de programación de enlace ascendente desde su AP. La información de programación de enlace ascendente puede transportarse en una trama de activación. Un ejemplo de la trama de activación es una trama de enlace descendente independiente que comprende información de control tal como la información de programación de enlace ascendente. Otro ejemplo de la trama de activación es una trama de enlace descendente donde la información de control, tal como la información de programación de enlace ascendente, se envía junto con otros datos de enlace descendente. La trama de activación puede tener la forma de una trama MAC. La trama de activación también puede tener la forma de una trama de paquete de datos nulos (NDP). La información de programación de enlace ascendente puede incluir un indicador del uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL. El indicador puede establecerse en un primer valor (por ejemplo, VERDADERO o ACTIVO) para indicar que se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL para esta transmisión de enlace ascendente, y el indicador puede establecerse en un segundo valor (por ejemplo, FALSO o INACTIVO) para indicar que no se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL para esta transmisión de enlace ascendente. En otras palabras, si el indicador se establece en el primer valor, entonces varias estaciones pueden estar transmitiendo simultáneamente en el enlace ascendente. La información de programación puede transmitirse desde el AP a la estación en un mensaje de activación, por ejemplo, con una longitud de CP de  $CP_{DL}$  (valor de longitud de CP para el enlace descendente, que puede indicarse en el mensaje de activación). El indicador puede ser un indicador explícito, lo que significa que está presente en la información de programación de enlace ascendente y la estación que recibe la información de programación de enlace ascendente puede determinar fácilmente el valor del indicador incluido en la información de programación de enlace ascendente. El indicador puede ser un indicador implícito, lo que significa que la estación que recibe la información de programación puede inferir el valor del indicador examinando la información de programación del enlace ascendente destinada a la estación y/o la información de programación de enlace ascendente destinada a otras estaciones.

En la estación, cuando la estación recibe la información de programación de enlace ascendente, la estación puede decidir el valor de longitud de CP para el enlace ascendente ( $CP_{UL}$ ) que usará en su transmisión de enlace ascendente según lo informado por la información de programación de enlace ascendente. Si la información de programación de enlace ascendente incluye el indicador establecido en el segundo valor (es decir, no se están utilizando OFDMA y/o MU-MIMO de UL), la estación puede establecer su  $CP_{UL}$  a un primer valor de longitud de CP ( $CP_1$ ), mientras que si el indicador se establece en el primer valor (es decir, se está utilizando OFDMA y/o MU-MIMO de UL) la estación puede establecer su  $CP_{UL}$  a un segundo valor de longitud de CP ( $CP_2$ ), que se deriva de  $CP_{DL}$ .

En general, el CP1 puede tener el mismo valor que el CP<sub>DL</sub> y el CP2 es mayor que el CP<sub>DL</sub> (y por lo tanto que el CP1) para ayudar a acomodar el diferente retardo de propagación entre diferentes estaciones y el AP cuando está siendo usado OFDMA y/o MU-MIMO de UL. Cabe señalar que el CP2 puede ser un valor predeterminado especificado por una norma técnica, un operador del sistema de comunicaciones y similares, y puede que no sea necesario señalarlo a la estación. Se observa que son posibles otros valores para el CP1 y el CP2 y que la relación descrita de CP1 < CP2 puede no ser válida en todas las situaciones.

Según una realización de ejemplo, el CP2 se deriva de un conjunto de posibles valores de longitud de CP. Como ejemplo ilustrativo, se define un conjunto de posibles valores de longitud de CP (por ejemplo, mediante un estándar técnico, un operador del sistema de comunicaciones, y similares) y se selecciona el CP2 del conjunto de posibles valores de longitud de CP siempre que el CP2 sea mayor o igual que el CP<sub>DL</sub>. Para fines de discusión, considere una situación en la que el conjunto de posibles valores de longitud de CP incluye 4 valores: 0,4 us, 0,8 us, 1,6 us y 3,2 us. El conjunto de posibles valores de longitud de CP está indexado por un índice de dos bits: "00", "01", "10" y "11", respectivamente. Suponga que el CP<sub>DL</sub> es de 0,8 us (correspondiente al índice "01") se usa para la transmisión de la trama de activación, por lo que el índice de dos bits ("01") se indica en la trama de activación. La estación puede derivar un índice para el CP2 aumentando un índice para el CP<sub>DL</sub> por el valor K. El valor de K puede ser un valor fijo definido por una norma técnica, un operador del sistema de comunicaciones y similares. De manera alternativa, el valor de K puede ser señalado por un AP en un mensaje de información del sistema, por ejemplo, en una trama de Baliza. Si el índice resultante para el CP2 es mayor que un valor de índice máximo (por ejemplo, el número total de índices), la estación fija el índice de CP2 en el máximo valor de índice. El valor de CP2 se puede determinar a partir del índice de CP2. Como ejemplo ilustrativo, considere una situación en la que K = 1, el valor de CP<sub>DL</sub> = 0,8 us, y el índice de CP<sub>DL</sub> = 1, la estación puede derivar el índice para el CP2 mediante

$$\text{índice de CP2} = \min(\text{índice de CP}_{DL} + K, \text{valor de índice máximo})$$

$$= \min(1+1, 3) = 2.$$

Por lo tanto, el valor de CP2 (cuando se usa el conjunto de posibles valores de longitud de CP y los índices correspondientes como se discutió anteriormente) = 1,6 us. Como otro ejemplo ilustrativo, considere una situación en la que K = 3, valor de CP<sub>DL</sub> = 0,8 us, e índice de CP<sub>DL</sub> = 1, la estación puede derivar el índice para CP2 por

$$\text{índice de CP2} = \min(\text{índice de CP}_{DL} + K, \text{valor de índice máximo})$$

$$= \min(1+3, 3) = 3.$$

Por lo tanto, el valor de CP2 (cuando se usa el conjunto de posibles valores de longitud de CP y los índices correspondientes tal como se discutió anteriormente) = 3,2 us.

La Figura 3a ilustra un diagrama de flujo de operaciones 300 de ejemplo que ocurren en un AP cuando el AP transmite información de programación de enlace ascendente a las estaciones. El AP puede realizar una verificación para determinar si se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL para el enlace ascendente que se está programando (bloque 305). Si es así, el AP puede transmitir la información de programación de enlace ascendente junto con el conjunto de indicadores para indicar que se ha de usar OFDMA y/o MU-MIMO de UL para el enlace ascendente programado (bloque 310). Si no es así, el AP puede transmitir la información de programación de enlace ascendente junto con el conjunto de indicadores para indicar que no se usará OFDMA y/o MU-MIMO de UL para el enlace ascendente programado (bloque 315). La información de programación de enlace ascendente puede transportarse en una trama de activación. Además de la información de programación de enlace ascendente, la trama de activación también puede comprender un indicador que indica el valor de la longitud del prefijo cíclico para el enlace descendente (por ejemplo, CP<sub>DL</sub>).

La Figura 3b ilustra un diagrama de flujo de operaciones 350 de ejemplo que ocurren en una estación cuando la estación transmite a su AP. La estación puede recibir información de programación de enlace ascendente desde su AP (bloque 355). La estación también puede recibir el indicador de CP<sub>DL</sub> desde la trama de activación. La estación puede realizar una verificación para determinar si se ha de usar OFDMA y/o MU-MIMO de UL en el enlace ascendente (bloque 360). Si se ha de usar OFDMA y/o MU-MIMO de UL en el enlace ascendente, es decir, el indicador se establece en el primer valor (VERDADERO o ACTIVO), la estación establece el valor del prefijo cíclico de UL a CP2, que puede ser derivado de CP<sub>DL</sub> (bloque 365) y lo transmite al AP (bloque 370). Si no se ha de usar OFDMA y/o MU-MIMO de UL en el enlace ascendente, es decir, el indicador se establece en el segundo valor (FALSO o INACTIVO), la estación establece su longitud del prefijo cíclico a CP1 o CP<sub>DL</sub> (bloque 375) y lo transmite al AP (bloque 370).

En el SIFS después del final de la información de programación de enlace ascendente recibida, la estación puede comenzar su transmisión de enlace ascendente con la longitud del prefijo cíclico de CP<sub>UL</sub> en un recurso tal como se indica en la información de programación de enlace ascendente. La técnica tal como se presenta en la presente memoria ofrece una mayor flexibilidad para establecer la longitud del prefijo cíclico de UL cuando se usa OFDMA y/o MU-MIMO de UL, ya que la estación puede derivar la longitud del prefijo cíclico de UL a partir de la longitud del prefijo cíclico de DL. Por lo tanto, la ortogonalidad entre las señales de las diferentes estaciones se mantiene en el receptor (por ejemplo, en el AP).

Como ejemplo ilustrativo, suponiendo que la cobertura del AP es de 100 metros, entonces el retardo máximo de propagación de ida y vuelta es de aproximadamente 0,67 us. Con el intervalo de guarda (es decir, la longitud de CP) de 0,8 us en el sistema WiFi 802.11 actual, solo quedan 0,13 us ( $0,8 - 0,67\text{us}$ ) para mitigar la propagación del retardo del canal y la inexactitud de la sincronización de la estación, que probablemente será inadecuado. Sin embargo, con un valor de longitud de CP más largo, por ejemplo, de 1,6 us, para UL cuando se usa OFDMA de UL y / o MU-MIMO de UL, después de deducir el retardo máximo de ida y vuelta de 0,67 us, todavía quedan alrededor de 0,93 us para mitigar la dispersión del retardo del canal y la inexactitud del tiempo de STA, que probablemente será suficiente para la mayoría de los escenarios.

Según una realización de ejemplo, la baja sobrecarga asociada con el uso de CP más cortos se mantiene cuando no se necesitan CP más largos. Como ejemplo, cuando no se usa OFDMA y/o MU-MIMO de UL, el CP más largo no es necesario y se puede emplear un CP más corto, reduciendo así la sobrecarga que surge del CP. Pero cuando se usa OFDMA y/o MU-MIMO de UL, aunque se emplea un CP más largo, la sobrecarga adicional de CP más largo se compensará debido al uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL. De hecho, se puede lograr una ganancia adicional debido al uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL (por ejemplo, admitiendo transmisiones desde múltiples estaciones).

La Figura 4 ilustra un ejemplo de interacción 400 entre un AP y dos estaciones (STA1 y STA2). Se observa que, por razones de simplicidad, tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente, solo se muestra un símbolo OFDM. En realidad, las transmisiones de enlace descendente y enlace ascendente reales pueden producirse a través de una pluralidad de símbolos OFDM. El AP transmite información 405 de programación de enlace ascendente a la STA1 y la STA2 en el enlace descendente, con una longitud de CP de  $CP_{DL}$  407. La información de programación de enlace ascendente incluye el indicador de que se ha de usar OFDMA en las transmisiones de enlace ascendente programadas. Debido al retardo de propagación, después de  $T_{Retardo1}$ , STA1 recibe la información de programación de enlace ascendente (mostrada como información 409 de programación de enlace ascendente). Del mismo modo, después de  $T_{Retardo2}$ , la STA2 recibe la información de programación de enlace ascendente (mostrada como información 411 de programación de enlace ascendente). En este ejemplo, la distancia entre la STA2 y el AP es mayor que la distancia entre la STA1 y el AP, por lo tanto,  $T_{Retardo2} > T_{Retardo1}$ . La STA1 y la STA2 verifican su información de programación de enlace ascendente, encuentran su información de asignación de recursos y también encuentran que se ha de usar OFDMA y/o UL MU-MIMO en la transmisión de enlace ascendente programada, por lo que las estaciones establecen la longitud de CP de la transmisión de UL  $CP_{UL}$  a  $CP_2$ , que es mayor que  $CP_{DL}$ . El uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL puede determinarse a partir de un indicador implícito o explícito.

En un momento SIFS después del final de su información de programación de enlace ascendente recibida, la STA1 y la STA2 transmiten su tráfico de enlace ascendente en su recurso asignado, respectivamente (tráfico 413 de enlace ascendente para la STA1 y tráfico 415 de enlace ascendente para la STA2), con una longitud CP de  $CP_{UL} = CP_2$ , que es mayor que  $CP_{DL}$ . De manera similar, debido al retardo de propagación, las transmisiones de enlace ascendente de la STA1 y la STA2 llegan al AP después de un retardo de  $T_{Retardo1}$  y  $T_{Retardo2}$ , respectivamente. Considerando el retardo de ida y vuelta (por ejemplo, del AP a la estación y de la estación al AP), la diferencia entre el tiempo de llegada de la señal de enlace ascendente de la STA1 y la STA2 en el receptor de AP es  $2 \cdot (T_{Retardo2} - T_{Retardo1})$ . Dado que la longitud de CP en el enlace ascendente se establece en  $CP_{UL} = CP_2$ , que es mayor que  $2 \cdot (T_{Retardo2} - T_{Retardo1})$  con margen suficiente, la diferencia de tiempo de llegada entre la STA1 y la STA2 puede adaptarse bien al  $CP_{UL}$ , y se mantiene la ortogonalidad entre las señales de enlace ascendente de la STA1 y la STA2 en el AP. El AP recibe las transmisiones de enlace ascendente de la STA1 y la STA2 y realiza operaciones adicionales en consecuencia.

La Figura 5 ilustra un diagrama 500 de intercambio de mensajes que resalta los mensajes intercambiados entre una estación y su AP, donde se incluye un indicador del uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL en la información de programación de enlace ascendente.

El AP puede determinar las asignaciones de recursos para las estaciones, así como también determinar si las estaciones deben usar OFDMA y/o MU-MIMO de UL en las transmisiones en las asignaciones de recursos (bloque 505). El AP puede enviar información de programación de UL en una trama de activación (mostrada como evento 510). La información de programación de UL se envía con una longitud de CP de  $CP_{DL}$ . La indicación de  $CP_{DL}$  también puede enviarse en la trama de activación. La estación recibe la información de programación de UL. La estación también puede recibir el indicador de  $CP_{DL}$  desde la trama de activación. A partir de la información de programación de UL, la estación puede determinar la información de asignación de recursos, así como un indicador de si se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL en la transmisión de UL (bloque 515). Si se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL, la estación puede configurar  $CP_{UL} = CP_2$  (que se deriva de  $CP_{DL}$ ), mientras que si no se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL, la estación puede configurar  $CP_{UL} = CP_1 = CP_{DL}$ . La estación puede enviar una transmisión de UL en un recurso o recursos asignados para ella (mostrado como evento 520). La transmisión de UL se envía con una longitud de CP de  $CP_{UL}$ .

Según una realización de ejemplo, para reducir aún más la sobrecarga de comunicaciones, no es necesario llevar la indicación de si se ha de usar OFDMA y/o MU-MIMO en la transmisión de UL programada. Al recibir la información de programación de UL, la estación puede determinar si la información de programación de UL incluye información de programación para más de una estación. Si la información de programación es para más de una estación, la estación puede determinar que se ha de usar OFDM y/o MU-MIMO en la transmisión de UL programada. La estación puede

configurar su  $CP_{UL}$  a  $CP_2$ , que se deriva de  $CP_{DL}$ . Si la información de programación no es para más de una estación, la estación puede configurar su  $CP_{UL}$  a  $CP_1$ . En general,  $CP_2$  es mayor que  $CP_1$ .

La Figura 6 ilustra un diagrama 500 de intercambio de mensajes que resalta los mensajes intercambiados entre una estación y su AP, donde la estación determina si se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL a partir de la información de programación.

El AP puede determinar las asignaciones de recursos para las estaciones, así como también determinar si las estaciones deben utilizar OFDMA y/o MU-MIMO de UL en las transmisiones en las asignaciones de recursos (bloque 605). El AP puede enviar información de programación de UL en una trama de activación (mostrada como evento 610). La información de programación de UL se envía con una longitud de CP de  $CP_{DL}$ . La indicación de  $CP_{DL}$  también puede enviarse en la trama de activación. La estación recibe la información de programación de UL. A partir de la información de programación de UL, la estación puede ser capaz de determinar la información de asignación de recursos, así como si se está usando OFDMA y/o MU-MIMO de UL en la transmisión de UL (bloque 615). Si se usa OFDMA y/o MU-MIMO de UL (es decir, si la información de programación de UL es para más de una estación), la estación puede configurar  $CP_{UL} = CP_2$  (que se deriva de  $CP_{DL}$ ), mientras que si no se usa OFDMA y/o MU-MIMO de UL, la estación puede configurar  $CP_{UL} = CP_1 = CP_{DL}$ . La estación puede enviar una transmisión de UL en un recurso o recursos asignados para ella (mostrado como evento 620). La transmisión de UL se envía con una longitud de CP de  $CP_{UL}$ .

La Figura 7a ilustra un diagrama de flujo de las operaciones 700 de ejemplo que se producen en un AP cuando el AP transmite información de programación de UL. Las operaciones 700 pueden comenzar con el AP determinando las asignaciones de recursos para las estaciones. El AP puede transmitir información de programación de UL en una trama de activación (bloque 705). Además de la información de programación de enlace ascendente, la trama de activación también puede comprender un indicador que indica el valor de la longitud del prefijo cíclico para el enlace descendente (por ejemplo,  $CP_{DL}$ ).

La Figura 7b ilustra un diagrama de flujo de las operaciones 750 de ejemplo que ocurren en una estación cuando la estación transmite en un enlace ascendente. Las operaciones 750 pueden comenzar con la estación que recibe información de programación de UL (bloque 755). La estación también puede recibir el indicador de  $CP_{DL}$  desde la trama de activación. La información de programación de UL puede incluir información sobre un recurso o recursos programados para la estación. La estación puede realizar una prueba para determinar si la información de programación de UL está destinada a más de una estación (bloque 760). Si la información de programación de UL está destinada a más de una estación, la estación puede ajustar su  $CP_{UL}$  de acuerdo con  $CP_2$ , que se deriva de  $CP_{DL}$  (bloque 765). Mientras que si la información de programación de UL no está destinada a más de una estación, la estación ajusta su  $CP_{UL}$  de acuerdo con  $CP_1$  (bloque 770). La estación puede realizar la transmisión de UL con el valor de CP tal como se indica (bloque 775).

Según una realización de ejemplo, se usa una tabla para derivar  $CP_2$  de  $CP_{DL}$ . Una tabla (que puede almacenarse en la memoria de la estación) puede proporcionar una correspondencia entre los valores de longitud del prefijo cíclico de DL y los valores de longitud del prefijo cíclico de UL para transmisiones de UL. La estación puede seleccionar el valor de  $CP_2$  de  $CP_{DL}$ , que se indica en el mensaje de activación. A continuación se muestra una tabla de ejemplo:

Longitud de CP de DL (us)	Longitud de CP de UL para MU de UL (us)
0,4	1,6
0,8	1,6
1,6	3,2
3,2	3,2

Como ejemplo ilustrativo, suponga que  $CP_{DL}$  es 0,8 us. De la tabla que se muestra arriba, la estación puede determinar que el  $CP_2$  debería ser de 1,6 us. Como otro ejemplo ilustrativo, suponga que el  $CP_{DL}$  es de 0,4 us. De la tabla que se muestra arriba, la estación puede determinar que el  $CP_2$  debería ser de 1,6 us. La tabla puede estar definida por una norma técnica, un operador del sistema de comunicaciones y similares. La tabla también se puede señalar a la estación en la información de sistema, por ejemplo, en una trama de baliza.

Según una realización de ejemplo, el valor de  $CP_2$  puede derivarse de  $CP_{DL}$  usando una expresión matemática. Como ejemplo ilustrativo, considere una situación en la que una estación recibe una trama de activación que incluye un indicador de  $CP_{DL}$ . La estación puede agregar un valor ( $CP_{delta}$ ) al  $CP_{DL}$  para obtener el  $CP_2$ , donde  $CP_{delta}$  representa

una diferencia entre el valor de longitud de CP de UL para una transmisión de UL y el valor de longitud de CP de DL. Un ejemplo de expresión matemática puede ser

$$CP2 = CP_{DL} + CP_{\text{delta}}.$$

Si, por ejemplo,  $CP_{DL} = 0,8 \text{ us}$  y  $CP_{\text{delta}} = 1,6 \text{ us}$ , entonces  $CP2 = 0,8 + 1,6 \text{ us} = 2,4 \text{ us}$ .  $CP_{\text{delta}}$  puede definirse en una norma técnica, un operador del sistema de comunicaciones y similares.  $CP_{\text{delta}}$  se puede señalar a la estación como información de sistema, por ejemplo, en una trama de baliza.

Según una realización de ejemplo, el valor de CP2 puede derivarse de  $CP_{DL}$  usando una expresión matemática. Como ejemplo ilustrativo, considere una situación en la que una estación recibe una trama de activación que incluye un indicador de  $CP_{DL}$ . La estación puede multiplicar un factor de escala ( $CP_{\text{escala}}$ ) al  $CP_{DL}$  para obtener el CP2, donde  $CP_{\text{escala}}$  representa la relación entre el valor de longitud de CP de UL para la transmisión de UL y el valor de longitud de CP de DL.  $CP_{\text{escala}}$  puede ser un valor entero o un valor no entero (es decir, un número real).  $CP_{\text{escala}}$  es generalmente mayor que 1. Un ejemplo de expresión matemática puede ser

$$CP2 = \min (CP_{DL} * CP_{\text{escala}}, CP_{\text{max}}),$$

donde  $CP_{\text{max}}$  es el valor máximo de longitud de CP. Si, por ejemplo,  $CP_{DL} = 0,8 \text{ us}$ ,  $CP_{\text{escala}} = 2$  y  $CP_{\text{max}} = 3,2 \text{ us}$ , entonces  $CP2 = \min (0,8 * 2, 3,2) = 1,6 \text{ us}$ .  $CP_{\text{escala}}$  puede definirse en una norma técnica, un operador del sistema de comunicaciones y similares.  $CP_{\text{escala}}$  se puede señalar a la estación como información de sistema, por ejemplo, en una trama de baliza.

Las realizaciones de ejemplo presentadas en la presente memoria permiten el uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL, lo que hace que el uso de recursos sea más eficiente. Un prefijo cíclico para el enlace ascendente ( $CP_{UL}$ ) es más largo que el prefijo cíclico para el enlace descendente ( $CP_{DL}$ ), lo que puede ayudar a acomodar diferentes retardos de propagación entre diferentes estaciones y el AP, manteniendo así la ortogonalidad entre las señales de las diferentes estaciones en el AP. La longitud del prefijo cíclico adaptativo también ayuda a mantener una sobrecarga baja. Cuando no se usan OFDMA y/o MU-MIMO de UL, no se necesitan prefijos cíclicos más largos y se puede utilizar un prefijo cíclico más corto, lo que reduce la sobrecarga. Cuando se usa OFDMA y/o MU-MIMO de UL, se usan prefijos cíclicos más largos, pero la sobrecarga aumentada puede compensarse con la ganancia adicional lograda mediante el uso de OFDMA y/o MU-MIMO de UL. Las realizaciones de ejemplo presentadas en la presente memoria también proporcionan una mayor flexibilidad para establecer la longitud del prefijo cíclico de UL cuando se usa OFDMA y/o MU-MIMO de UL, ya que la estación puede derivar la longitud del prefijo cíclico de UL a partir de la longitud del prefijo cíclico de DL.

La Figura 8 es un diagrama de bloques de un sistema 800 de procesamiento que puede usarse para implementar los dispositivos y métodos descritos en la presente memoria. En algunas realizaciones, el sistema 800 de procesamiento comprende un UE. Los dispositivos específicos pueden utilizar todos los componentes mostrados, o solo un subconjunto de los componentes, y los niveles de integración pueden variar de un dispositivo a otro. Además, un dispositivo puede contener múltiples instancias de un componente, como múltiples unidades de procesamiento, procesadores, memorias, transmisores, receptores, etc. El sistema de procesamiento puede comprender una unidad 805 de procesamiento equipada con uno o más dispositivos de entrada/salida, como una interfaz 815 humana (incluyendo un altavoz, micrófono, ratón, pantalla táctil, teclado, impresora, y similares), elemento 810 de presentación, etc. La unidad de procesamiento puede incluir una unidad 820 de procesamiento central (CPU), una memoria 825, un dispositivo 830 de almacenamiento masivo, un adaptador 835 de video y una interfaz 840 de I/O conectada a un bus 845.

El bus 845 puede ser una o más de cualquier tipo de varias arquitecturas de bus que incluyen un bus de memoria o un controlador de memoria, un bus de periféricos, un bus de vídeo o similares. La CPU 820 puede comprender cualquier tipo de procesador de datos electrónicos. La memoria 825 puede comprender cualquier tipo de memoria del sistema, como memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM), DRAM síncrona (SDRAM), memoria de solo lectura (ROM), una combinación de las mismas, o similares. En una realización, la memoria 825 puede incluir ROM para su uso en el arranque y DRAM para almacenamiento de programas y datos para su uso mientras se ejecutan programas.

El dispositivo 830 de almacenamiento masivo puede comprender cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar datos, programas y otra información y para hacer que los datos, programas y otra información sean accesibles a través del bus 845. El dispositivo 830 de almacenamiento masivo puede comprender, por ejemplo, uno o más de entre una unidad de estado sólido, una unidad de disco duro, una unidad de disco magnético, una unidad de disco óptico o similares.

El adaptador 835 de video y la interfaz 840 de I/O proporcionan interfaces para acoplar dispositivos externos de entrada y salida a la unidad 800 de procesamiento. Como se ilustra, los ejemplos de dispositivos de entrada y salida incluyen el elemento 810 de presentación acoplado al adaptador 835 de video y el ratón/teclado/impresora 815 acoplado a la interfaz 840 de I/O. Pueden acoplarse otros dispositivos a la unidad 800 de procesamiento, y pueden utilizarse menos



o más dispositivos de interfaz. Por ejemplo, se puede usar una interfaz en serie como la Universal Serial Bus (USB) (no se muestra) para proporcionar una interfaz para una impresora.

La unidad 800 de procesamiento también incluye una o más interfaces 850 de red, que pueden comprender enlaces por cable, como un cable Ethernet o similar, y/o enlaces inalámbricos para acceder a diferentes nodos o redes 855.

5 La interfaz 850 de red permite a la unidad 800 de procesamiento comunicarse con unidades remotas a través de las redes 855. Por ejemplo, la interfaz 850 de red puede proporcionar comunicación inalámbrica a través de uno o más transmisores/antenas de transmisión y uno o más receptores/antenas de recepción. En una realización, la unidad 800 de procesamiento está acoplada a una red de área local o una red 855 de área amplia para el procesamiento de datos y comunicaciones con dispositivos remotos, tales como otras unidades de procesamiento, Internet, instalaciones de  
10 almacenamiento remotas o similares.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para comunicarse en un sistema (100) de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el método:

5 recibir, por una estación (110, 112, 114, 116, 118), una trama que comprende información de programación y un primer indicador que indica una primera longitud de un primer prefijo cíclico, en donde la información de programación comprende información para una transmisión de enlace ascendente programada para la estación y la trama se recibe de acuerdo con el primer prefijo cíclico;

10 determinar, por la estación (110, 112, 114, 116, 118), una segunda longitud de un segundo prefijo cíclico para la transmisión de enlace ascendente basándose en que la información de programación incluya la información de programación para más de una estación (110, 112, 114, 116, 118), y el primer indicador, siendo la segunda longitud del segundo prefijo cíclico 1,6 us o 3,2 us, en donde

la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 1,6 us cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 0,8 us y la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 3,2 us cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 1,6 us o 3,2 us; y

15 transmitir, por la estación (110, 112, 114, 116, 118), la transmisión de enlace ascendente de acuerdo con el segundo prefijo cíclico.

2. El método de la reivindicación 1, en donde se determina la segunda longitud del segundo prefijo cíclico para la transmisión cuando se ha de usar el acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales, OFDMA, o se han de usar múltiples entradas y múltiples salidas multiusuario, MU-MIMO, en el enlace ascendente.

3. Un método para comunicarse en un sistema (100) de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el método:

20 transmitir, por un punto de acceso (105), una trama que comprende información de programación y un primer indicador que indica una primera longitud de un primer prefijo cíclico, en donde la información de programación comprende información para una transmisión de enlace ascendente programada para una estación y la trama se transmite de acuerdo con el primer prefijo cíclico; y

25 recibir, por el punto de acceso (105), la transmisión de enlace ascendente desde la estación, en donde la transmisión de enlace ascendente, que tiene una segunda longitud de un segundo prefijo cíclico derivado basándose en esa información de programación, incluye la información de programación para más de una estación, y el primer indicador, en donde la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 1,6 us, cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 0,8 us, y la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 3,2 us cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 1,6 us o 3,2 us.

30 4. El método de la reivindicación 3, en donde la información de programación se transmite a una pluralidad de estaciones que incluyen la estación.

5. El método de la reivindicación 3 o 4, en donde la trama es una trama de enlace descendente en la que la información de programación se envía junto con otros datos de enlace descendente.

6. Una estación (110, 112, 114, 116, 118) que comprende:

35 un receptor configurado para recibir una trama que comprende información de programación y un primer indicador que indica una primera longitud de un primer prefijo cíclico, en donde la información de programación comprende información para una transmisión de enlace ascendente programada para la estación y la trama se recibe de acuerdo con el primer prefijo cíclico;

40 un procesador acoplado de manera operativa al receptor, estando el procesador configurado para determinar una segunda longitud de un segundo prefijo cíclico para la transmisión de enlace ascendente basándose en que la información de programación incluye la información de programación para más de una estación (110, 112, 114, 116, 118), y el primer indicador, siendo la segunda longitud del segundo prefijo cíclico 1,6 us o 3,2 us, en donde la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 1,6 us, cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 0,8 us, y la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 3,2 us cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 1,6 us o 3,2 us; y

45 un transmisor acoplado de manera operativa al procesador, estando el transmisor configurado para transmitir la transmisión de enlace ascendente de acuerdo con el segundo prefijo cíclico.

50 7. La estación (110, 112, 114, 116, 118) de la reivindicación 6, en donde el procesador está configurado para determinar la segunda longitud del segundo prefijo cíclico para la transmisión cuando se ha de usar el acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales, OFDMA, o se han de usar múltiples entradas y múltiples salidas multiusuario, MU-MIMO, en el enlace ascendente.

8. Un punto de acceso (105) que comprende:

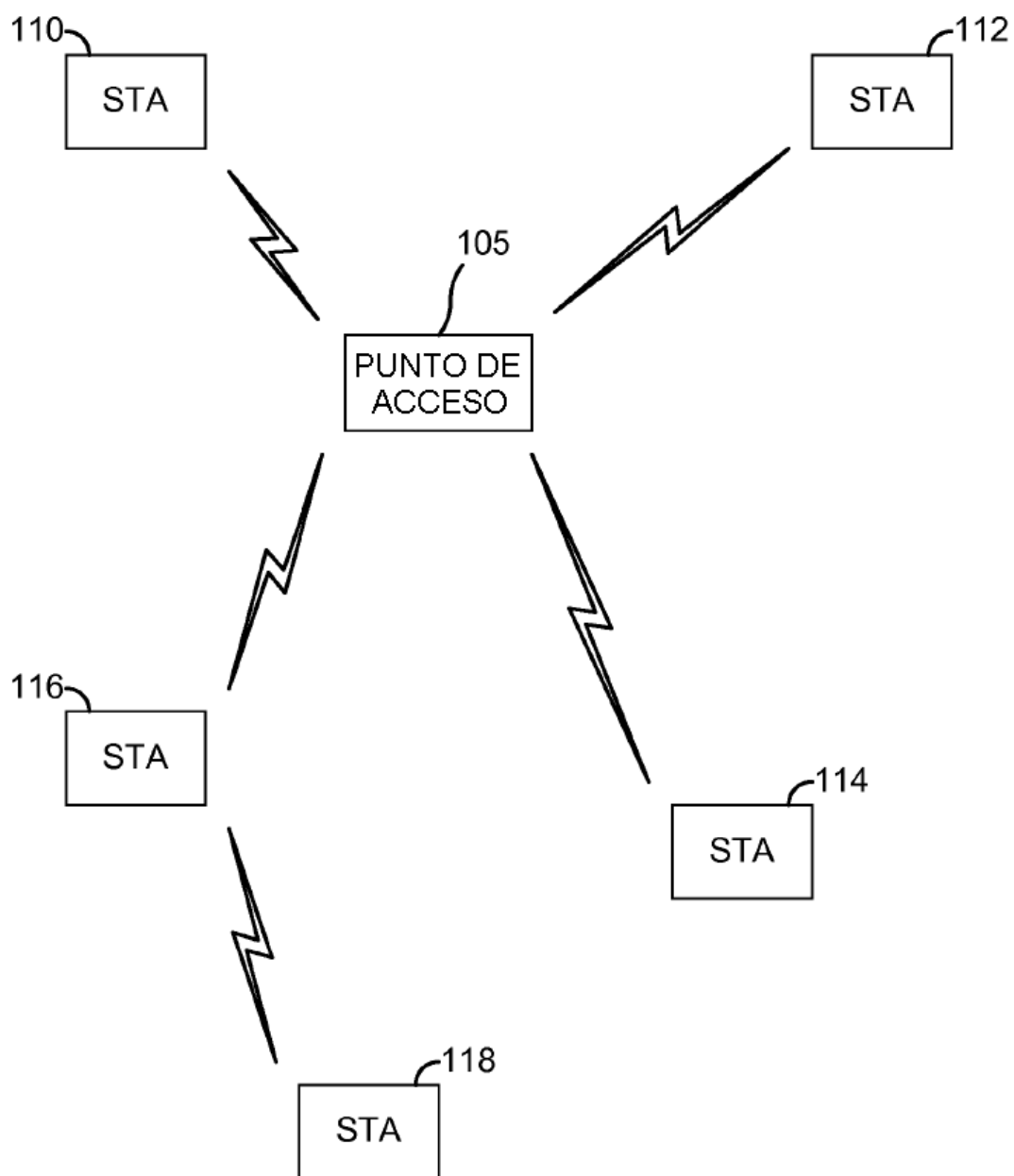
un transmisor configurado para transmitir una trama que comprende información de programación y un primer indicador que indica una primera longitud de un primer prefijo cíclico, en donde la información de programación comprende información para una transmisión de enlace ascendente programada para una estación y la trama se transmite de acuerdo con el primer prefijo cíclico; y

- 5 un receptor acoplado de manera operativa al transmisor, estando el receptor configurado para recibir la transmisión de enlace ascendente desde la estación, en donde la transmisión de enlace ascendente, que tiene una segunda longitud de un segundo prefijo cíclico derivado basándose en esa información de programación, incluye la información de programación para más de una estación, y el primer indicador, en donde la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 1,6 us, cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 0,8 us, y la segunda longitud del segundo prefijo cíclico es 3,2 us cuando la primera longitud del primer prefijo cíclico es 1,6 us o 3,2 us.
- 10

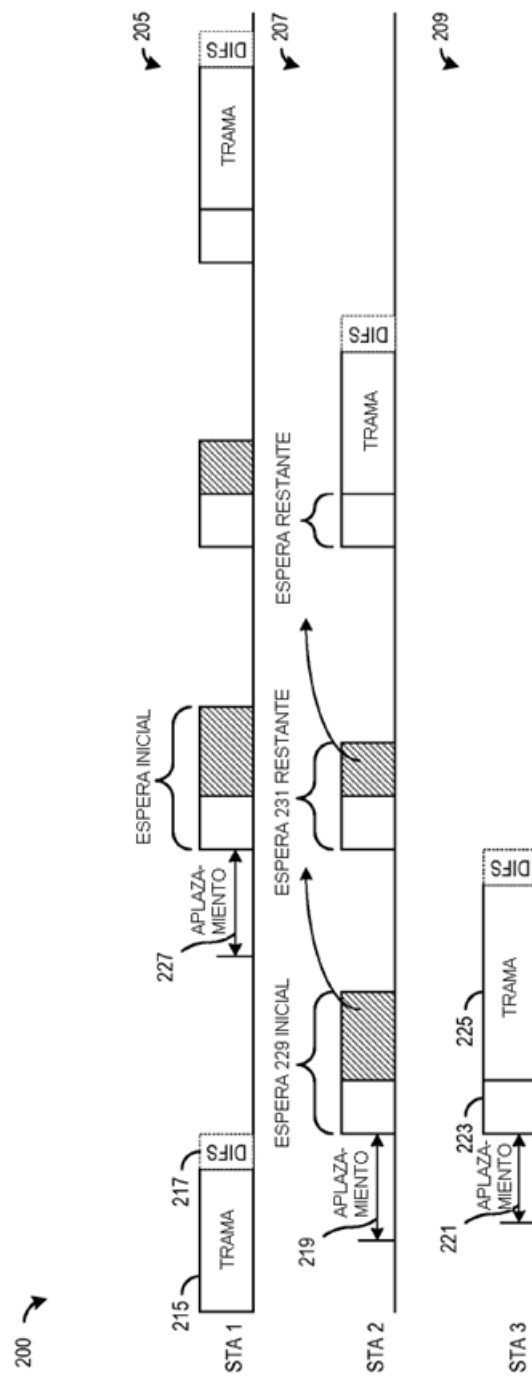
9. El punto de acceso (105) de la reivindicación 8, en donde el transmisor está configurado para transmitir la información de programación a una pluralidad de estaciones que incluyen la estación.

10. El punto de acceso (105) de la reivindicación 8 o 9, en donde la trama es una trama de enlace descendente en la que la información de programación se envía junto con otros datos de enlace descendente.
- 15

11. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene un programa grabado en este; en donde el programa hace que un ordenador ejecute el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

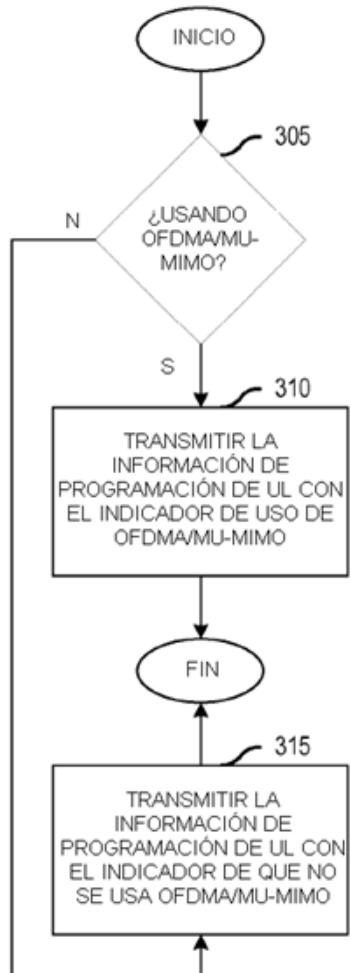


***Fig. 1***

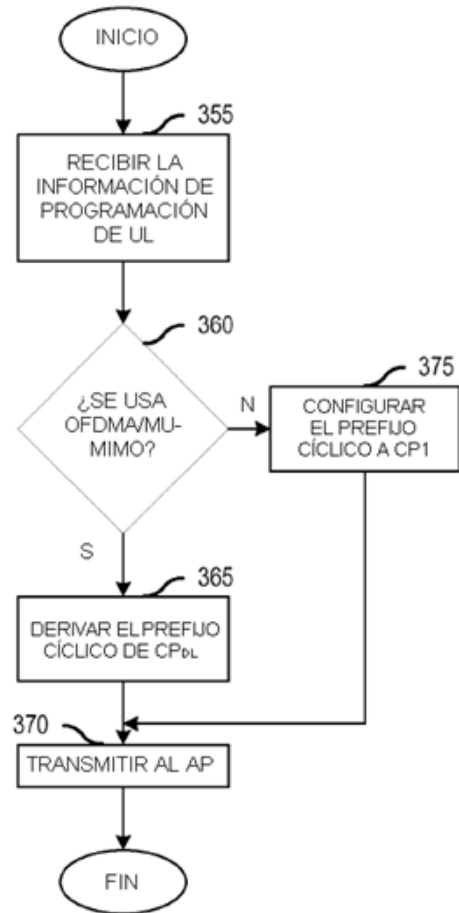


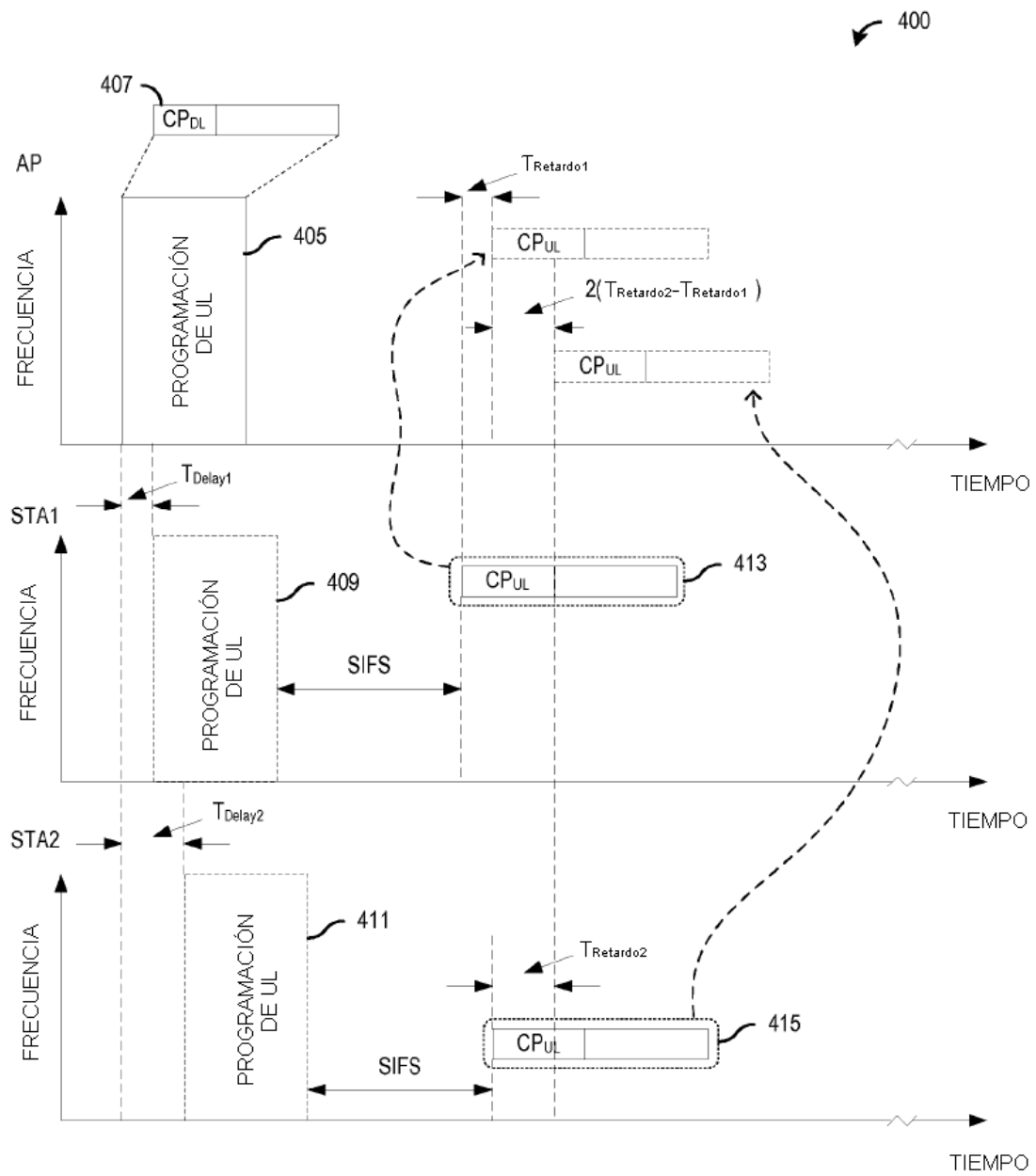
*Fig. 2*

300 ↗

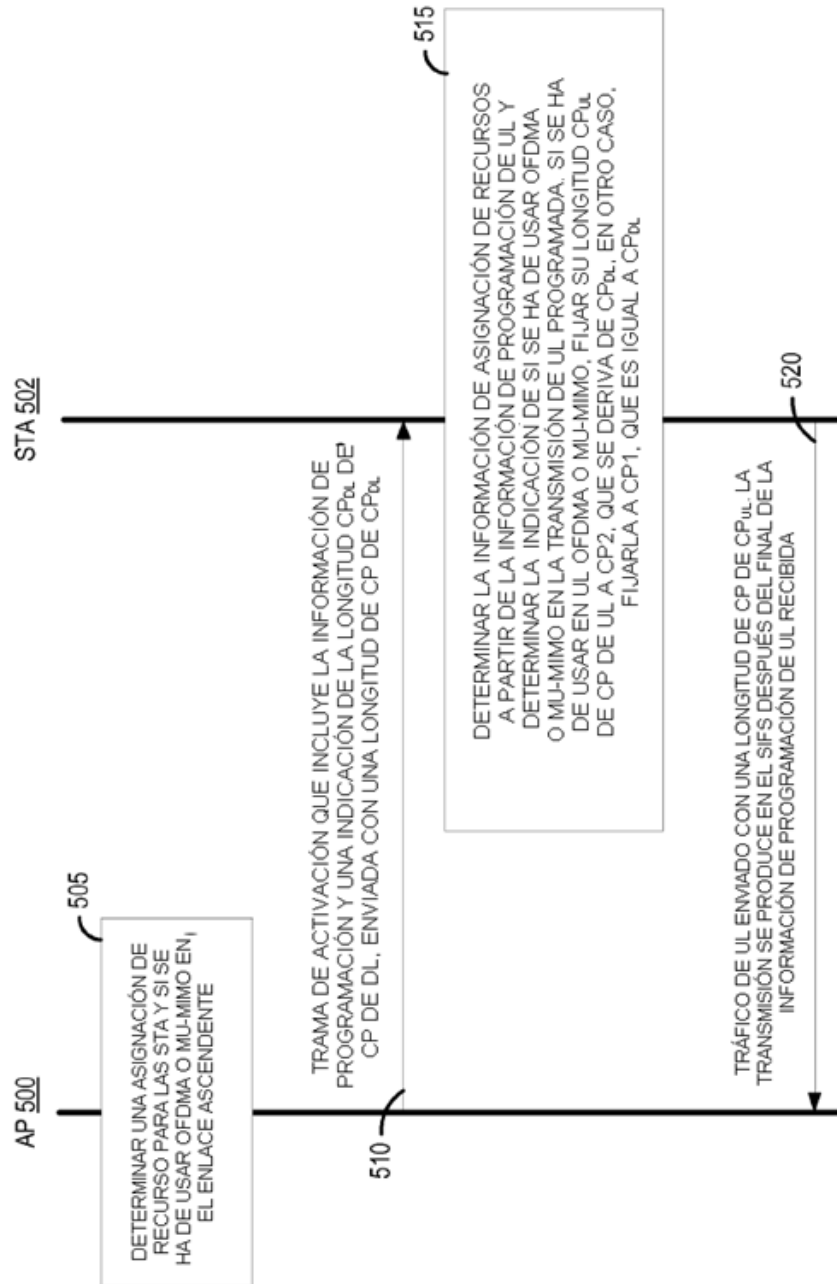
**Fig. 3a**

350 ↗

**Fig. 3b**



**Fig. 4**



**Fig. 5**



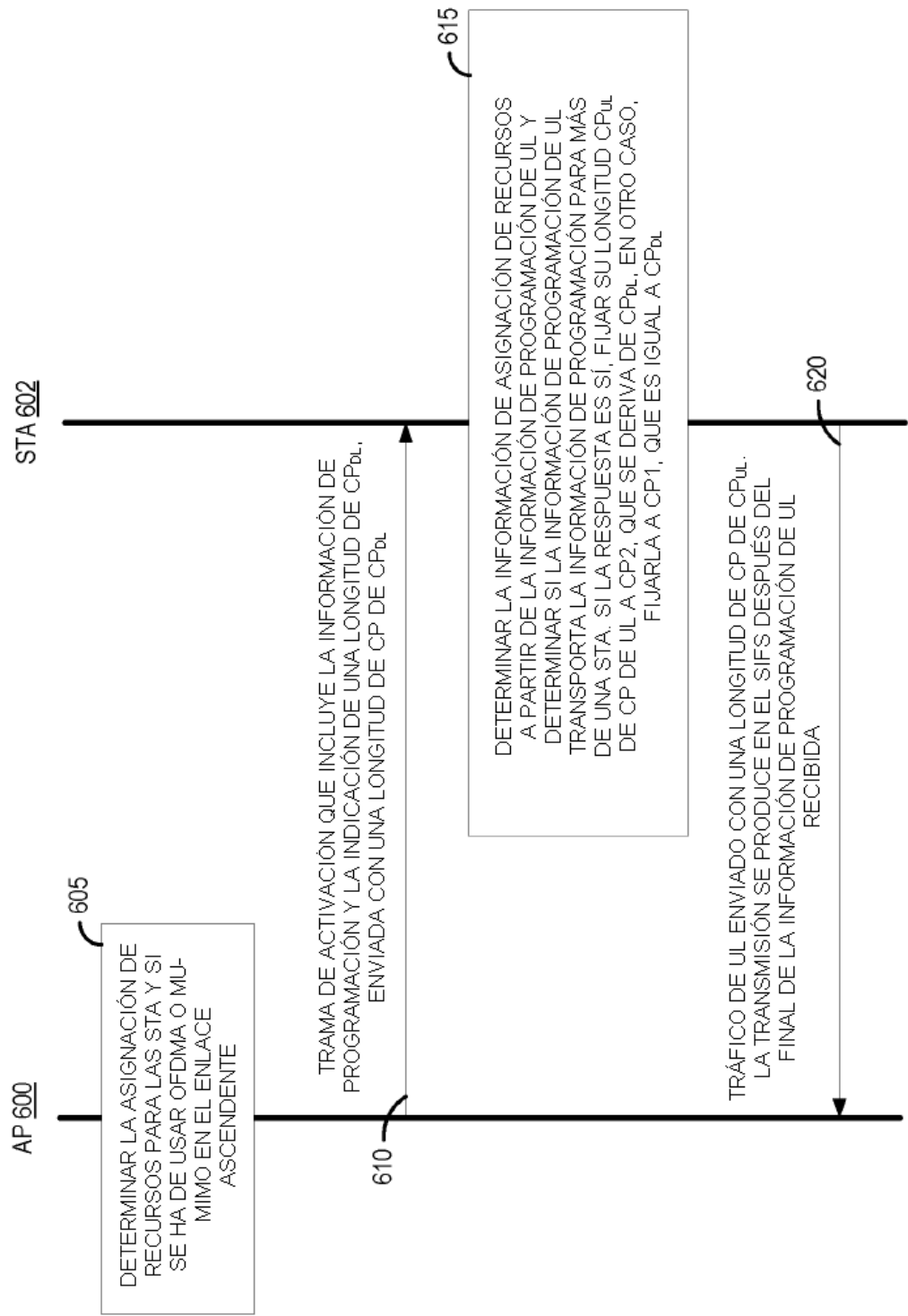
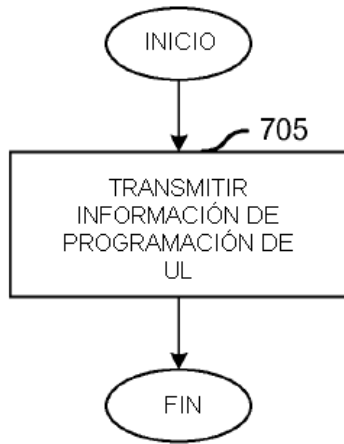


Fig. 6

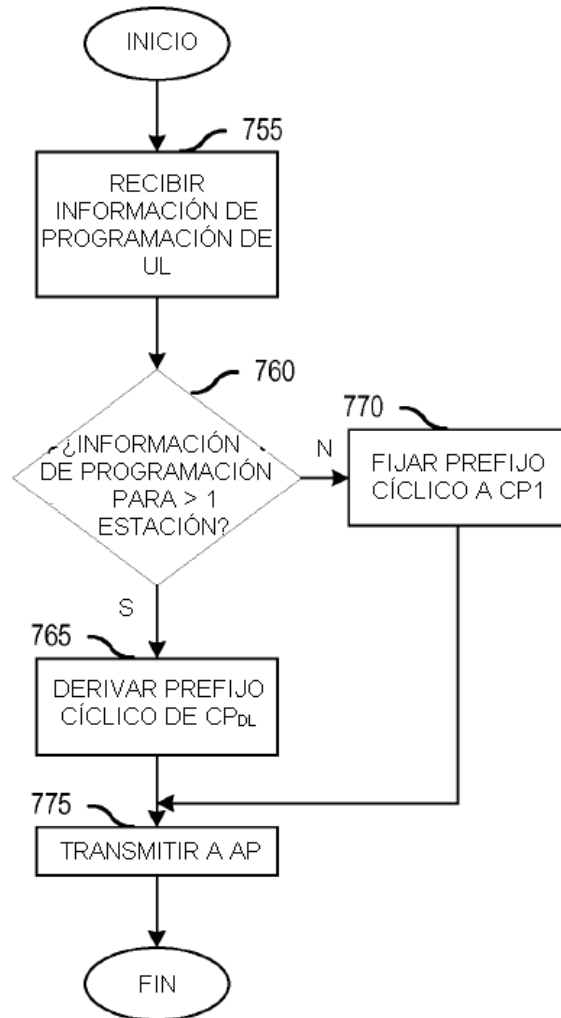
700 ↗

7/8

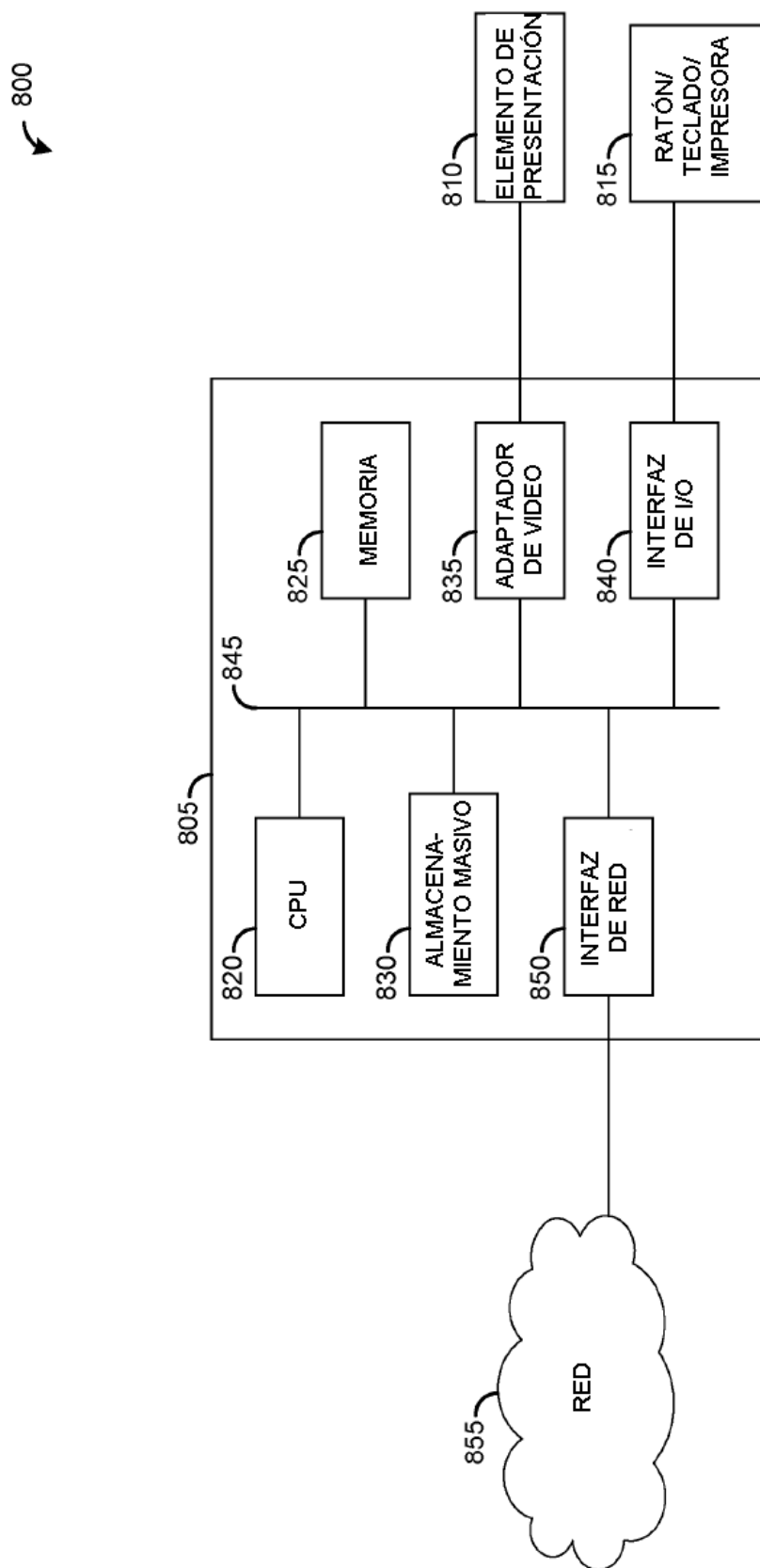
↖ 750



**Fig. 7a**



**Fig. 7b**



**Fig. 8**