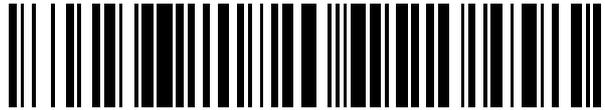


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 620**

51 Int. Cl.:

**G06F 1/3206** (2009.01)

**G06F 1/324** (2009.01)

**G06F 1/3296** (2009.01)

**H04W 52/02** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2014 PCT/US2014/032699**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14165605**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2014 E 14724901 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 2981873**

54 Título: **Escalado dinámico de voltaje y frecuencia en módems inalámbricos**

30 Prioridad:

**05.04.2013 US 201361809257 P**  
**30.07.2013 US 201313954035**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.03.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HOMCHAUDHURI, SANDIP;**  
**DUNCAN, JOSEPH;**  
**ZHANG, XIAORU;**  
**LEE, MEELAN;**  
**JAYARAMAN, ARUNKUMAR;**  
**LIN, DERRICK, CHU y**  
**MEHTA, SRENIK**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 813 620 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

Escalado dinámico de voltaje y frecuencia en módems inalámbricos

## 5 ANTECEDENTES

10 **[0001]** Las redes de comunicaciones inalámbricas están ampliamente desplegadas para proporcionar diversos servicios de comunicación, tales como voz, vídeo, datos en paquetes, mensajería, radiodifusión y similares. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple que pueden admitir múltiples usuarios compartiendo los recursos de red disponibles.

15 **[0002]** Una red de comunicación inalámbrica puede incluir una serie de dispositivos de red tales como puntos de acceso (AP) y/o estaciones base o nodos B que pueden dar admitir la comunicación de varios dispositivos inalámbricos. Un dispositivo inalámbrico puede comunicarse con un dispositivo de red de forma bidireccional. Por ejemplo, en redes celulares, un equipo de usuario (UE) puede comunicarse con una estación base a través de enlace descendente y enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde la estación base hasta el UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde el UE hasta la estación base. Una forma similar de comunicación puede ocurrir entre un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, estación o STA) y un punto de acceso en una red de área local inalámbrica (WLAN).

20 **[0003]** En las WLAN, por ejemplo, el punto de acceso puede enviar datos a al menos un dispositivo cliente en forma de una o más tramas. Para reducir el consumo de energía, un dispositivo cliente puede funcionar en un modo de bajo consumo de energía (por ejemplo, un modo de suspensión) en algunas circunstancias, como cuando el dispositivo cliente no se está utilizando para comunicarse con el punto de acceso. Sin embargo, en otras circunstancias, reducir el consumo de energía del dispositivo cliente puede ser un desafío porque el ancho de banda de las señales recibidas por el dispositivo cliente (por ejemplo, señales que transportan tramas) puede no conocerse. En esos casos, como durante un modo de escucha o un modo activo de recepción/transmisión, por ejemplo, pueden ser necesarios mecanismos adicionales para reducir el consumo de energía. Además, también pueden ser necesarios mecanismos similares para dispositivos inalámbricos utilizados en redes celulares (por ejemplo, los UE). En la técnica anterior se describen diversos mecanismos para reducir el consumo de energía, por ejemplo, en US 2009/0135752 A1, EP 1 422 586 A2, US 2008/304432 A1 y US 2012/063335 A1. Sin embargo, todavía existe la necesidad de un procedimiento y un aparato que permitan un consumo de energía mejorado.

## 35 BREVE EXPLICACIÓN

40 **[0004]** Esta necesidad es satisfecha por la materia objeto de las reivindicaciones adjuntas. En la siguiente descripción, los modos de realización que no se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas han de entenderse como ejemplos de la presente invención. Se describen procedimientos y aparatos para las comunicaciones inalámbricas en los que se puede usar el escalado dinámico de voltaje y frecuencia (DVFS) para ahorrar energía al procesar paquetes en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En algunos casos, la detección dentro de la trama o en el interior de la trama puede permitir que el dispositivo de comunicaciones inalámbricas determine si debe pasar de un primer nivel de voltaje (por ejemplo, más bajo) a un segundo nivel de voltaje (por ejemplo, más alto) para procesar uno o más paquetes de una trama recibida. El segundo voltaje puede seleccionarse de entre múltiples voltajes basándose, al menos en parte, en un ancho de banda. Por ejemplo, se pueden usar diferentes anchos de banda y cada ancho de banda puede tener asociado un segundo voltaje diferente. Al principio se puede seleccionar un nivel de voltaje más bajo para permitir un procesamiento suficiente (por ejemplo, frecuencia de reloj) de ciertos tipos de paquetes o tramas. Cuando se detecta un paquete de alto o muy alto rendimiento, la aplicación de un nivel de voltaje más alto puede permitir frecuencias de reloj más altas que luego se utilizan para procesar digitalmente el contenido de los paquetes de alto o muy alto rendimiento.

50 **[0005]** En algunos modos de realización, el dispositivo de comunicaciones inalámbricas determina un ancho de banda para usar de entre múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo. Por ejemplo, los dispositivos WLAN actuales pueden admitir anchos de banda de 20 megahercios (MHz), 40 MHz, 80 MHz y/o 160 MHz. Otros dispositivos inalámbricos pueden admitir más, menos y/o diferentes anchos de banda que un dispositivo WLAN. El ancho de banda puede determinarse basándose en las condiciones del canal. En sistemas inalámbricos oportunistas, el ancho de banda puede determinarse usando técnicas de evaluación de canal libre (CCA), o en otro modo de realización, el ancho de banda se determina basándose en decisiones del plano de control más alto de la pila de protocolo inalámbrico. Se puede identificar un nivel de voltaje que corresponda al ancho de banda determinado y un voltaje de procesamiento se puede escalar al nivel de voltaje identificado. Por ejemplo, un ancho de banda puede usar un primer nivel de voltaje, mientras que un ancho de banda más alto puede usar un segundo nivel de voltaje más alto que el primer nivel de voltaje. Como se señaló anteriormente, un nivel de voltaje más alto puede permitir frecuencias de reloj más altas para el procesamiento digital, lo que puede ser necesario para mantener ese modo de operación. El dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede configurarse para funcionar en una WLAN (también conocida como red Wi-Fi) y/o en una red celular (por ejemplo, Evolución a largo plazo 3GPP o LTE).

65

- 5 **[0006]** Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas incluye operar a un primer nivel de voltaje en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento incluye detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida. El procedimiento incluye, además, determinar si debe pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada. La métrica de trama puede incluir una o más de una categoría de rendimiento, un destino de un paquete, una concesión de transmisión y una concesión de recepción. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye aplicar el segundo nivel de voltaje a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El funcionamiento a diferentes voltajes puede dar como resultado diferentes frecuencias de reloj para el procesamiento digital.
- 10 **[0007]** En algunos modos de realización del procedimiento, el procedimiento incluye escalar desde el primer nivel de voltaje hasta el segundo nivel de voltaje, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje. El procedimiento puede incluir escalar desde el segundo nivel de voltaje hasta el primer nivel de voltaje para una siguiente trama recibida después de procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el segundo nivel de voltaje. La detección puede incluir detectar la métrica de trama dentro de un preámbulo de la trama recibida.
- 15 **[0008]** En algunos modos de realización del procedimiento, el uno o más paquetes en la trama recibida son paquetes IEEE 802.11ac. Cada uno del uno o más paquetes puede ser un paquete de muy alto rendimiento (VHT), y la detección puede incluir la detección de la métrica de trama durante el campo de entrenamiento corto de VHT (VHT-STF) de uno o más de los paquetes VHT recibidos. La escala del primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje puede ocurrir dentro del paquete VHT, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje. En algunos modos de realización, el uno o más paquetes son paquetes de alto rendimiento (HT), y el procedimiento incluye escalar desde el primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte de uno o más de los paquetes HT, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje. En algunos modos de realización, el uno o más paquetes son paquetes heredados, y el procedimiento incluye mantener el primer nivel de voltaje para procesar uno o más de los paquetes heredados.
- 20 **[0009]** En algunos modos de realización del procedimiento, el procedimiento incluye determinar si la trama está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas y operar al primer nivel de voltaje cuando la trama no está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas. La determinación puede incluir identificar una parte de control de acceso al medio (MAC) de la trama, y determinar un destino de la trama a partir de la parte MAC de la trama. La determinación puede incluir identificar un campo de identificador de asociación parcial (pAID) o un campo de identificador de grupo (GID) en la trama, y determinar un destino de la trama a partir del campo pAID o el campo GID.
- 25 **[0010]** En algunos modos de realización del procedimiento, el procedimiento incluye identificar un ancho de banda asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida, y escalar desde el primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda identificado. La métrica de trama puede ser un ancho de banda asociado con uno o más paquetes de la trama recibida. El procedimiento puede incluir identificar un ancho de banda diferente asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida, y escalar desde el segundo nivel de voltaje a un tercer nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda diferente identificado. En algunos modos de realización, el procedimiento puede incluir escalar desde una primera frecuencia de reloj (por ejemplo, una primera frecuencia de reloj para procesamiento digital) a una segunda frecuencia de reloj (por ejemplo, una segunda frecuencia de reloj para procesamiento digital) basándose en la métrica de trama, donde la segunda frecuencia del reloj es mayor que la primera frecuencia del reloj.
- 30 **[0011]** En algunos modos de realización del procedimiento, la trama incluye una subtrama LTE que tiene una primera ranura y una segunda ranura, donde la primera ranura incluye una región con información de canal físico de control de enlace descendente (PDCCH), y la detección incluye detectar la métrica de trama dentro la región en la primera ranura. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye determinar a partir de la métrica de trama si una parte de la trama debe ser decodificada por un módem LTE y escalar desde el primer voltaje al segundo voltaje para procesar la parte de la trama cuando se determina que el módem LTE no debe decodificar la parte de la trama.
- 35 **[0012]** Un procedimiento para las comunicaciones inalámbricas incluye determinar un ancho de banda que se utilizará en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas a partir de múltiples anchos de banda compatibles con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y/o 160 MHz para dispositivos WLAN). El procedimiento incluye identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado. El procedimiento también incluye escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye transmitir la trama mientras se opera al nivel de voltaje escalado. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye recibir la trama que tiene uno o más paquetes y procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida al nivel de voltaje escalado. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye recibir la trama que tiene uno o más paquetes, detectar, dentro de la trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida, y procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el nivel de voltaje escalado basado en la métrica de trama y el ancho de banda determinado.
- 40   
45   
50   
55   
60   
65

- 5 **[0013]** En algunos modos de realización del procedimiento, cada uno de los anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas tiene un nivel de voltaje correspondiente que es diferente del nivel de voltaje de otro ancho de banda, y el nivel de voltaje identificado es el nivel de voltaje correspondiente al ancho de banda determinado. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye ajustar, basándose en el ancho de banda determinado, uno o más relojes de capa física (PHY) o fuentes similares de temporización o señales de sincronización que son utilizadas por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas.
- 10 **[0014]** En algunos modos de realización del procedimiento, la determinación incluye determinar el ancho de banda que se usará en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en las condiciones del canal (por ejemplo, técnicas de CCA) asociadas con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El escalado puede incluir escalar al nivel de voltaje identificado desde un nivel de voltaje correspondiente a un ancho de banda diferente del ancho de banda determinado. El procedimiento puede incluir la aplicación del nivel de voltaje escalado a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones inalámbricas.
- 15 **[0015]** Un aparato para comunicaciones inalámbricas incluye medios para operar a un primer nivel de voltaje en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye medios para detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida. El aparato también incluye medios para determinar si pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en base a la métrica de trama detectada.
- 20 **[0016]** Un aparato para comunicaciones inalámbricas incluye medios para determinar un ancho de banda para ser utilizado en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El aparato incluye medios para identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado. El aparato también incluye medios para escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.
- 25 **[0017]** Un dispositivo de comunicaciones inalámbricas incluye un procesador y una memoria en comunicación electrónica con el procesador, donde las instrucciones almacenadas en la memoria son ejecutables por el procesador para operar a un primer nivel de voltaje en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas, para detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida, y para determinar si debe pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada.
- 30 **[0018]** Un dispositivo de comunicaciones inalámbricas incluye un procesador y una memoria en comunicación electrónica con el procesador, donde las instrucciones almacenadas en la memoria son ejecutables por el procesador para determinar un ancho de banda que se usará en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre múltiples anchos de banda compatibles con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas, identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado, y escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.
- 35 **[0019]** Un dispositivo de comunicaciones inalámbricas incluye un detector configurado para detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida. El dispositivo incluye un ajustador de voltaje configurado para operar en un primer nivel de voltaje y para determinar si debe pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada.
- 40 **[0020]** Un dispositivo de comunicaciones inalámbricas incluye un identificador de ancho de banda configurado para determinar un ancho de banda que se usará en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre múltiples anchos de banda compatibles con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El dispositivo incluye un ajustador de voltaje configurado para identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado, y para escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.
- 45 **[0021]** Un producto de programa informático incluye un medio legible por ordenador no transitorio que tiene un código para hacer que al menos un ordenador funcione a un primer nivel de voltaje en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El medio legible por ordenador no transitorio incluye código para hacer que al menos un ordenador detecte, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida. El medio legible por ordenador no transitorio también incluye código para hacer que al menos un ordenador determine si debe pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada.
- 50 **[0022]** Un producto de programa informático incluye un medio legible por ordenador no transitorio que tiene código para hacer que al menos un ordenador determine un ancho de banda para ser usado en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre múltiples anchos de banda compatibles con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. El medio legible por ordenador no transitorio incluye código para hacer que el al menos un ordenador
- 55
- 60
- 65

identifique un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado. El medio legible por ordenador no transitorio también incluye código para hacer que el al menos un ordenador escale un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.

5 **[0023]** Con lo anterior se han esbozado de manera bastante genérica los rasgos característicos y ventajas técnicas de ejemplos de acuerdo con la divulgación para permitir una mejor comprensión de la siguiente descripción detallada. A continuación, en el presente documento se describirán rasgos característicos y ventajas adicionales. La concepción y los ejemplos específicos divulgados se pueden utilizar fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente divulgación. Los rasgos característicos que se cree que son característicos de los conceptos divulgados en el presente documento, tanto en lo que respecta a su organización como al procedimiento de funcionamiento, conjuntamente con las ventajas asociadas, se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción cuando se considere en conexión con las figuras adjuntas. Cada una de las figuras solo se proporciona con el propósito de ilustración y descripción, y no como una definición de los límites de las reivindicaciones.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

**[0024]** Se puede obtener una comprensión adicional de la naturaleza y de las ventajas de la presente divulgación en referencia a los siguientes dibujos. En las figuras adjuntas, componentes o rasgos característicos similares pueden tener la misma identificación de referencia. Además, se pueden distinguir diversos componentes del mismo tipo posponiendo a la identificación de referencia un guion y una segunda identificación que distingue entre 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 tenga la misma primera identificación de referencia, independientemente de la segunda identificación de referencia.

20 La FIG. 1 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con varios modos de realización;

30 la FIG. 2 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de red de área local inalámbrica (WLAN), de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 3 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura de módem inalámbrico de acuerdo con varios modos de realización;

35 la FIG. 4A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de detección dentro de la trama para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con diversos modos de realización;

40 la FIG. 4B muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de detección dentro de la trama para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 4C muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de escalado dinámico de voltaje y frecuencia basado en ancho de banda de acuerdo con varios modos de realización;

45 la FIG. 4D muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de información de destino de paquetes en el escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 4E muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de información de destino de paquetes en el escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

50 la FIG. 5 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de detección dentro de la trama en un paquete IEEE 802.11ac de muy alto rendimiento (VHT) de acuerdo con varios modos de realización;

55 la FIG. 6 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de detección dentro de la trama para varios paquetes IEEE 802.11x de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 7 muestra un diagrama que ilustra ejemplos de una línea de tiempo de procesamiento de paquetes para errores de acuerdo con varios modos de realización;

60 la FIG. 8A muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia de subsistemas de módem de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 8B muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia de subsistemas de módem de radiofrecuencia (RF) de acuerdo con varios modos de realización;

65 la FIG. 9A muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de escalado de voltaje directo de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 9B muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de escalado de voltaje indirecto de acuerdo con varios modos de realización;

5 la FIG. 10 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una estructura de trama LTE para su uso en el escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 11A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de intervalos de recepción discontinua (DRX) largos y cortos en LTE de acuerdo con diversos modos de realización;

10 la FIG. 11B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de escalado dinámico de voltaje y frecuencia durante intervalos DRX de acuerdo con varios modos de realización;

15 la FIG. 11C muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de escalado dinámico de voltaje y frecuencia durante brechas de medición de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 12 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura de dispositivos de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con varios modos de realización;

20 la FIG. 13 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura de dispositivos de red de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 14A muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un módulo de escalado dinámico y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

25 la FIG. 14B muestra un diagrama de bloques que ilustra otro ejemplo de un módulo de escalado dinámico y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

30 la FIG. 15 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 16 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

35 la FIG. 17 es un diagrama de flujo de un ejemplo de otro procedimiento para escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

la FIG. 18 es un diagrama de flujo de un ejemplo de otro procedimiento más para escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

40 la FIG. 19 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización;

45 la FIG. 20 es un diagrama de flujo de un ejemplo de otro procedimiento para escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización; y

la FIG. 21 es un diagrama de flujo de un ejemplo de otro procedimiento más para escalado dinámico de voltaje y frecuencia de acuerdo con varios modos de realización.

50 DESCRIPCIÓN DETALLADA

**[0025]** Los modos de realización descritos están dirigidos a procedimientos y aparatos para comunicaciones inalámbricas en los que el escalado dinámico de voltaje y frecuencia (DVFS) puede usarse para ahorrar energía cuando se procesan paquetes en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En algunos casos, la detección dentro de la trama puede permitir que el dispositivo (por ejemplo, UE, STA) determine si debe pasar de un primer nivel de voltaje (por ejemplo, más bajo) a un segundo nivel de voltaje (por ejemplo, más alto) para procesar uno o más paquetes de una trama recibida. Al principio se puede seleccionar un nivel de voltaje más bajo para permitir un procesamiento suficiente (por ejemplo, frecuencia de reloj) de ciertos tipos de paquetes o tramas. Cuando se detecta un paquete de alto o muy alto rendimiento, la aplicación de un nivel de voltaje más alto puede permitir frecuencias de reloj más altas que luego se utilizan para procesar digitalmente el contenido de los paquetes de alto o muy alto rendimiento.

**[0026]** En algunos modos de realización, el dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede determinar un ancho de banda para usar de entre múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo. Los dispositivos WLAN, por ejemplo, pueden admitir anchos de banda de 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y/o 160 MHz. El ancho de banda puede determinarse basándose en las condiciones del canal. Se puede identificar un nivel de voltaje que corresponda al

ancho de banda determinado y un voltaje de procesamiento se puede escalar al nivel de voltaje identificado. Por ejemplo, un ancho de banda puede usar un primer nivel de voltaje, mientras que un ancho de banda más alto puede usar un segundo nivel de voltaje más alto que el primer nivel de voltaje. Como se señaló anteriormente, un nivel de voltaje más alto puede permitir frecuencias de reloj más altas para el procesamiento digital. Si bien un aumento en la frecuencia del reloj digital para manejar anchos de banda más altos se asocia típicamente con un aumento en el nivel de voltaje, puede haber algunos casos en los que el voltaje ya sea más alto que el requerido para una frecuencia de reloj digital particular, dejando espacio para escalar la frecuencia del reloj digital ligeramente más alta.

**[0027]** El dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede configurarse para funcionar en cualquier red inalámbrica, como, entre otras, una red de área local inalámbrica (WLAN) y/o en una red celular (por ejemplo, LTE). WLAN puede referirse a una red que se basa en los protocolos descritos en los diversos estándares IEEE 802.11 (por ejemplo, IEEE 802.11a/g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ah, etc.), incluidos los borradores de estándares o estándares de redes de área local inalámbricas desarrollados posteriormente. Cuando el dispositivo funciona en una red celular, el escalado de voltaje (y el escalado de frecuencia de reloj digital correspondiente) se puede determinar basándose en las condiciones de planificación de enlace ascendente (UL) y enlace descendente (DL). Por ejemplo, se puede usar un esquema de detección dentro de la trama o en el interior de la trama para determinar si el dispositivo de comunicaciones inalámbricas está planificado que reciba de o transmita información a una estación base. En algunos casos, el nivel de voltaje de funcionamiento puede reducirse hasta que se planifique una recepción o transmisión planificada.

**[0028]** Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversos sistemas de comunicaciones inalámbricas tales como sistemas inalámbricos celulares, comunicaciones inalámbricas entre pares, WLAN, redes ad hoc, sistemas de comunicaciones por satélite y otros sistemas. Los términos "sistema" y "red" se usan a menudo de manera intercambiable. Estos sistemas de comunicaciones inalámbricas pueden emplear una variedad de tecnologías de comunicación de radio tales como acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), FDMA ortogonal (OFDMA), FDMA de portadora única (SC-FDMA) y/u otras tecnologías de radio. En general, las comunicaciones inalámbricas se realizan de acuerdo con una implementación estandarizada de una o más tecnologías de comunicación de radio denominadas tecnología de acceso por radio (RAT). Un sistema o red de comunicaciones inalámbricas que implementa una tecnología de acceso por radio se puede denominar red de acceso por radio (RAN).

**[0029]** Los ejemplos de tecnologías de acceso por radio que emplean técnicas CDMA incluyen CDMA2000, acceso por radio terrestre universal (UTRA), etc. CDMA2000 cumple los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Las versiones 0 y A de IS-2000 se denominan comúnmente CDMA2000 1X, etc. 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. Los ejemplos de sistemas TDMA incluyen diversas implementaciones del sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Los ejemplos de tecnologías de acceso por radio que emplean OFDM y/o OFDMA incluyen banda ancha ultra móvil (UMB), UTRA evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM, etc. UTRA y E-UTRA son parte del sistema de telecomunicaciones móvil universal (UMTS). LTE y LTE Avanzada (LTE-A) son nuevas versiones de UMTS que utilizan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de un organismo denominado 3GPP o "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación". Las tecnologías CDMA2000 y UMB se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto 2 de colaboración de tercera generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para los sistemas y tecnologías de radio mencionados anteriormente, así como para otros sistemas y tecnologías de radio.

**[0030]** Por tanto, la siguiente descripción proporciona ejemplos, y no es limitativa del alcance, aplicabilidad o configuración expuestos en las reivindicaciones. Se pueden hacer cambios en la función y en la disposición de los elementos analizados sin apartarse del alcance de la divulgación, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Diversos modos de realización pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes según sea apropiado. Por ejemplo, los procedimientos descritos se pueden realizar en un orden diferente al descrito, y se pueden añadir, omitir o combinar diversas etapas. Además, los rasgos característicos descritos con respecto a determinados modos de realización se pueden combinar en otros modos de realización.

**[0031]** La FIG. 1 muestra una red inalámbrica 100 para la comunicación, que puede incluir una red LTE/LTE-A y una red inalámbrica como una WLAN. Cabe señalar que, si bien el ejemplo ilustra el uso de una red LTE-A y WLAN, se pueden usar cualesquiera varias redes inalámbricas, como se mencionó previamente. La red inalámbrica 100 incluye una serie de nodos B evolucionados (eNB) 105 y otras entidades o dispositivos de red. Un eNB puede ser una estación que se comunica con los UE y también puede denominarse una estación base, un nodo B, un punto de acceso o similares. Cada eNB 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica en particular. En 3GPP, el término "célula" puede referirse a un área específica de cobertura geográfica de un eNB y/o un subsistema de eNB que dé servicio al área de cobertura, dependiendo del contexto en el cual se use el término.

**[0032]** Un eNB puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocélula, una picocélula, una femtocélula y/u otros tipos de células. Una macrocélula cubre, en general, un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de varios kilómetros de radio) y puede permitir el acceso sin restricciones a los UE con abonos al servicio

con el proveedor de red. Una picocélula cubriría en general un área geográfica relativamente más pequeña y puede permitir un acceso sin restricciones a los UE con abonos al servicio con el proveedor de red. Una femtocélula también cubriría, en general, un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, un hogar) y, además del acceso sin restricciones, también puede proporcionar acceso restringido a los UE que tengan una asociación con la femtocélula (por ejemplo, los UE en un grupo cerrado de abonados (CSG), los UE para usuarios en el hogar y similares). Un eNB para una macrocélula se puede denominar macro-eNB. Un eNB para una picocélula se puede denominar pico-eNB. Y un eNB para una femtocélula se puede denominar femto-eNB o eNB doméstico. En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, los eNB 105-a, 105-b y 105-c son macro-eNB para las macrocélulas 110-a, 110-b, y 110-c, respectivamente. El eNB 105-x es un pico-eNB para una picocélula 110-x. No se muestra un femto-eNB, pero se puede incluir en la red inalámbrica 100. Un eNB puede dar soporte a una o a múltiples células (por ejemplo, dos, tres, cuatro, etc.). Juntos, los eNB 105-a, 105-b, 105-c, pico-eNB 105-x y femto-eNB (no mostrados) pueden denominarse eNB (o eNB 105) en esta divulgación.

**[0033]** La red inalámbrica 100 puede admitir un funcionamiento sincrónico o asíncrono. Para un funcionamiento sincrónico, los eNB pueden tener una temporización de tramas similar, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden estar aproximadamente alineadas en el tiempo. Para un funcionamiento asíncrono, los eNB pueden tener una temporización de tramas diferente, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden no estar alineadas en el tiempo. Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para operaciones sincrónicas o asíncronas.

**[0034]** Un controlador de red 130 se puede acoplar a un conjunto de eNB y proporcionar coordinación y control para estos eNB. El controlador de red 130 puede comunicarse con los eNB 105 mediante una red de retorno 132. Los eNB 105 también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente, mediante una red de retorno cableada 134 o una red de retorno inalámbrica 136.

**[0035]** Los UE 115 están dispersos por toda la red inalámbrica 100, y cada UE puede ser fijo o móvil. Un UE 115 también se puede denominar por los expertos en la técnica estación móvil, estación de abonado, unidad móvil, unidad de abonado, unidad inalámbrica, unidad remota, dispositivo móvil, dispositivo inalámbrico, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo remoto, estación de abonado móvil, terminal de acceso, terminal móvil, terminal inalámbrico, terminal remoto, equipo telefónico, agente de usuario, cliente móvil, 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 cables, una estación de bucle local inalámbrico (WLL) o similares. Un UE puede ser capaz de comunicarse con los macro-eNB, los pico-eNB, los femto-eNB, los repetidores y similares.

**[0036]** La red inalámbrica 100 muestra transmisiones 125 entre dispositivos móviles 115 y estaciones base 105. Las transmisiones 125 pueden incluir transmisión de enlace ascendente (UL) y/o enlace inverso, desde un dispositivo móvil 115 a una estación base 105, y/o transmisiones de enlace descendente (DL) y/o enlace directo, desde una estación base 105 a un dispositivo móvil 115. LTE/LTE-A utiliza OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. El OFDMA y el SC-FDMA dividen el ancho de banda del sistema en múltiples (K) subportadoras ortogonales, que también se denominan habitualmente tonos, bins o similares. Cada subportadora se puede modular con datos. La separación entre subportadoras adyacentes puede ser fija, y el número total de subportadoras (K) puede ser dependiente del ancho de banda del sistema. Los anchos de banda del sistema pueden ser 1.25, 2.5, 5, 10 o 20 MHz, por ejemplo. Para estos anchos de banda, se pueden utilizar las transformaciones rápidas de Fourier (FFT) correspondientes de 128, 256, 512, 1024 o 2048 puntos para procesar datos. El ancho de banda del 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 para un correspondiente ancho de banda del sistema de 1.25, 2.5, 5, 10 o 20 MHz, respectivamente.

**[0037]** También se muestra en la FIG. 1 dos puntos de acceso (AP) 120, donde el primero está conectado a un UE 115 (por ejemplo, STA) en la célula 110-a y el segundo está conectado a otro UE 115 (por ejemplo, STA) en la célula 110-c. Los UE pueden comunicarse con los puntos de acceso a través de transmisiones 126. En este ejemplo, los UE conectados a los AP 120 pueden ser dispositivos de modo dual que admiten comunicación con una red celular y una WLAN. Cada uno de los AP 120 tiene un área de cobertura 122 y puede admitir uno o más protocolos descritos en los diversos estándares IEEE 802.11.

**[0038]** La FIG. 2 muestra un diagrama 200 que incluye un ejemplo de una WLAN, tal como las WLAN descritas anteriormente con referencia a la FIG. 1. Un punto de acceso 120-a en la FIG. 2, que puede ser un ejemplo de los puntos de acceso 120 de la FIG. 1, puede generar una red de área local inalámbrica, como una red IEEE 802.11, o la llamada red Wi-Fi, con dispositivos de cliente inalámbricos 115-a. La WLAN puede estar asociada con un área de cobertura 122-a. Los dispositivos cliente 115-a pueden ser ejemplos de los UE 115 conectados a los AP 120 en la FIG. 1.

**[0039]** El punto de acceso 120-a puede usar un protocolo de comunicaciones por cable o inalámbricas para establecer un enlace de comunicaciones con una red de datos o contenido (no se muestra), y/o con una red de área amplia (no se muestra). Por ejemplo, el punto de acceso 120-a puede usar uno o más de un módem de cable, un módem de enlace de servicio digital (DSL), un enlace de comunicaciones ópticas como una línea T1 o T3, o cualquier otra forma de protocolo de comunicaciones por cable para acoplarse comunicativamente con otra red. En otro ejemplo,

el punto de acceso 120-a puede estar acoplado de forma inalámbrica a una red de datos o contenido y/o a una red de área amplia. Por ejemplo, el punto de acceso 120-a puede estar acoplado de forma inalámbrica a una red celular (por ejemplo, 3G, 4G) como la descrita anteriormente con referencia a la FIG. 1. El punto de acceso 120-a puede incluir un encaminador por cable (por ejemplo, Ethernet) o inalámbrico (por ejemplo, Wi-Fi), o un dispositivo de punto de conexión celular a Wi-Fi para permitir que uno o más de los dispositivos cliente 115-a se comuniquen con otra red.

**[0040]** Los dispositivos inalámbricos usados tanto en la red inalámbrica 100 de la FIG. 1 como en la WLAN de la FIG. 2 pueden incluir un módem u otro dispositivo similar que permita el escalado dinámico de voltaje y frecuencia (DVFS) para ahorrar energía al procesar paquetes o tramas. DVFS permite ajustar o escalar las frecuencias de reloj digital en cada paquete o trama para proporcionar una frecuencia de reloj suficiente para procesar digitalmente el contenido de ese paquete o trama en anchos de banda específicos. El escalado de las frecuencias del reloj digital suele ir acompañado de un escalado de voltaje correspondiente para proporcionar la potencia adecuada para producir la frecuencia del reloj digital. Por ejemplo, para manejar el procesamiento de datos en anchos de banda más altos, se puede aumentar un voltaje (mayor potencia) para producir una frecuencia de reloj digital más alta. Por otro lado, para manejar el procesamiento de datos con anchos de banda más bajos, un voltaje más bajo (potencia más baja) puede ser suficiente para producir una frecuencia de reloj digital adecuada. Por lo tanto, en DVFS, una referencia al escalado de voltaje también puede ser una referencia al escalado correspondiente de las frecuencias de reloj digital. Las descripciones proporcionadas a continuación detallan varios aspectos de las técnicas que pueden usarse para permitir el ahorro de energía en un dispositivo inalámbrico mediante el uso de DVFS.

**[0041]** La FIG. 3 muestra un dispositivo 300 que puede ser parte de un módem inalámbrico. El dispositivo 300 puede implementarse en algunos casos junto con uno de los UE 115, eNB 105 o AP 120 descritos con referencia a la FIG. 1 o la FIG. 2. El dispositivo 300 puede usarse para WLAN o comunicaciones celulares. El dispositivo 300 también puede ser un procesador. El dispositivo 300 puede incluir un módulo 310 de unidad de procesamiento central (CPU), un módulo de interfaz 315, un módulo de capa MAC 320 (o simplemente un módulo MAC 320), un módulo de capa PHY (o simplemente un módulo PHY 330), un módulo de gestión de energía 360 y un módulo de memoria (MEM) 370. El módulo PHY 330 puede incluir un módulo de banda base 340 y un módulo transceptor 350. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación con los demás.

**[0042]** Los componentes del dispositivo 300 pueden implementarse, individual o colectivamente, con uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), adaptados para realizar algunas de, o todas, las funciones aplicables en hardware. De forma alternativa, las funciones pueden ser realizadas por una o más de otras unidades (o núcleos) de procesamiento en uno o más circuitos integrados. En otros modos de realización, se pueden usar otros tipos de circuitos integrados (por ejemplo, ASIC estructurados/de plataforma, matrices de puertas programables in situ (FPGA) y otros CI semipersonalizados), que se pueden programar de cualquier manera conocida en la técnica. Las funciones de cada unidad también se pueden implementar, en su totalidad o en parte, con instrucciones incorporadas en una memoria, formateadas para ser ejecutadas por uno o más procesadores generales o específicos de la aplicación.

**[0043]** El módulo de CPU 310 puede configurarse para proporcionar un procesamiento de nivel superior de datos y/o información de control. El módulo de CPU 310 puede, en algunos casos, incluir uno o más procesadores, microcontroladores y/o dispositivos similares, algunos de los cuales pueden estar basados en una arquitectura avanzada de bus de microcontrolador (AMBA), por ejemplo.

**[0044]** El módulo de interfaz 315 puede configurarse para incluir una interconexión exprés de componentes periféricos (PCIe)/bus serie universal (USB)/puente de entrada salida digital seguro (SDIO) para el canal de datos entre el módulo de CPU 310 y el módulo MAC 320.

**[0045]** El módulo MAC 320 puede configurarse para proporcionar una interfaz entre una capa de enlace de datos (capa 2 en el modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI)) y la capa física de la red (por ejemplo, el módulo PHY 330). El módulo MAC 320 puede, en algunos casos, denominarse controlador de acceso a medios.

**[0046]** El módulo PHY 330 puede configurarse para proporcionar una interfaz entre el módulo MAC 320 y el medio físico (no mostrado). En las WLAN, por ejemplo, las operaciones del módulo PHY 330 pueden incluir operaciones de radiofrecuencia (RF), partes de señales mixtas y analógicas de procesamiento de capa PHY y procesamiento de banda base (BB) digital. El procesamiento de banda base digital puede ser manejado, por ejemplo, por un procesador de señal digital (DSP) en el módulo de banda base 340. Las operaciones de RF y las partes de señales mixtas y analógicas del procesamiento de la capa PHY pueden ser parte del módulo transceptor 350. El módulo transceptor 350 puede estar configurado para transmitir y/o recibir de forma inalámbrica tramas o paquetes.

**[0047]** El módulo de gestión de energía 360 puede configurarse para controlar o ajustar la energía (por ejemplo, voltaje, frecuencia de reloj) usada en uno o más de los componentes del dispositivo 300. Por ejemplo, el módulo de gestión de energía 360 puede ajustar el Vdd usado por el dispositivo 300. Vdd se refiere al voltaje de la fuente de alimentación usado en arquitecturas de circuitos integrados. Se pueden usar otros términos para referirse al voltaje de la fuente de alimentación. El ajuste del voltaje de la fuente de alimentación de un componente del dispositivo 300 puede dar como resultado un ajuste correspondiente de la frecuencia de reloj digital utilizada por ese componente. El

módulo de gestión de energía 360 puede configurarse para implementar algunas o todas las técnicas descritas en el presente documento para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia. En algunos casos, el módulo de gestión de energía 360 puede ser parte de una unidad de gestión de energía (PMU) y/o un circuito integrado de gestión de energía (PMIC), por ejemplo.

5 **[0048]** El módulo de memoria 370 puede configurarse para almacenar datos asociados con diversos aspectos del funcionamiento del dispositivo 300, incluidos datos de iniciación/configuración, datos intermedios/de procesamiento, software, firmware y similares.

10 **[0049]** Cuando el dispositivo 300 se usa como parte de un módem WLAN (por ejemplo, el UE 115, el AP 120), por ejemplo, el dispositivo 300 puede admitir diferentes modos de funcionamiento. Un modo puede corresponder a un ancho de banda del canal de 20 MHz. Este modo puede usarse con paquetes WLAN heredados (por ejemplo, IEEE 802.11a/g) y puede denominarse HT20 (que se refiere a 20 MHz de alto rendimiento). Otro modo puede corresponder a un ancho de banda más alto del canal, típicamente 40 MHz. Este modo puede usarse con paquetes WLAN de alto rendimiento (HT) (por ejemplo, IEEE 802.11n) y puede denominarse HT40. En algunos casos, la WLAN puede admitir un modo con un ancho de banda del canal de 80 MHz. Este modo puede usarse con paquetes WLAN de muy alto rendimiento (VHT) (por ejemplo, IEEE 802.11ac) y puede denominarse VHT80. El dispositivo 300 también puede admitir modos de funcionamiento estáticos y dinámicos.

20 **[0050]** En un modo HT20 estático para operaciones de búsqueda y recepción, puede ser posible que un reloj usado con PHY (por ejemplo, el módulo PHY 330) funcione a la frecuencia más baja admisible (y el voltaje correspondiente) para la operación de recepción de una trama completa (RX-trama). Un Vdd nominal (por ejemplo, 1.1 V, adaptado al nodo del proceso de fabricación específico) puede aplicarse típicamente al módem digital (por ejemplo, BB/MAC) y bloques de RF. Este enfoque se puede usar en relación con la recepción temprana (Rx-temprana), la recepción de baliza (Rx-baliza), la escucha (modo de búsqueda) y la recepción de datos (Rx-datos), por ejemplo.

25 **[0051]** En un modo de escucha dinámico HT20/HT40/VHT80, puede ser posible operar en un reloj PHY escalado (y un voltaje PHY escalado) durante una zona de escucha de trama (por ejemplo, hasta un campo de entrenamiento corto VHT (VHT-STF) en un preámbulo de un paquete o trama) (ver, por ejemplo, la figura 4A y la figura 4B) antes de decidir (1) abortar la recepción de la trama (Rx-trama) debido a errores o porque la trama no está destinada al dispositivo, o (2) ampliar (es decir, aumentar) el reloj PHY (y el voltaje PHY) para recibir a un ancho de banda más alto. Típicamente, sin embargo, se aplica un Vdd nominal (1.1 V) durante toda la recepción del paquete o trama, lo que lleva a un mayor consumo de energía en el modo de escucha. Cualquier ahorro de energía que se pueda lograr durante el modo de escucha puede reducir significativamente el consumo de energía en cargas semiactivas.

35 **[0052]** En un modo dinámico de transmisión y recepción (Tx/Rx) HT20/HT40/VHT80, el MAC (por ejemplo, el módulo MAC 320) puede usar una detección de ancho de banda justo a tiempo usando técnicas de evaluación de canal libre (CCA) para decidir si se debe transmitir un paquete a 20/40/80 MHz (en algunos casos, también se admiten 160 MHz). Si un paquete se relega a una transmisión de menor ancho de banda, el PHY (por ejemplo, el módulo PHY 330) puede funcionar con un reloj reducido durante la transmisión del paquete. Cuando son posibles transmisiones de ancho de banda más alto (a partir de operaciones CCA), el PHY puede transmitir usando relojes más altos. En estos ejemplos, todo el paquete o trama puede transmitirse usando el reloj apropiado (voltaje). En el modo de recepción, dependiendo de una indicación de ancho de banda (BW) en el campo HT-SIG o VHT-SIG del preámbulo, el PHY puede funcionar a un reloj más bajo (y voltaje reducido) cuando se recibe un paquete HT40 en lugar de un VHT80 o paquete VHT160. El ajuste de reloj (voltaje) puede tener dentro de la trama y una parte del paquete o la trama se procesa en el reloj (voltaje) apropiado. Típicamente, sin embargo, se usa un Vdd nominal (1.1 V) en los modos de transmisión y recepción.

40 **[0053]** Para un módem LTE (por ejemplo, el UE 115, el eNB 105, el dispositivo 300), los mensajes de información de control de planificación de enlace descendente (DCI) en un canal de control físico de enlace descendente (PDCCH) pueden necesitar decodificarse cada 1 milisegundo (ms). La información de planificación puede indicar que una concesión de enlace descendente (DL) o enlace ascendente (UL) puede o no haber sido proporcionada al UE por el eNodeB. Cuando no se proporciona una concesión de DL, puede ser subóptimo registrar el módem LTE al reloj más alto o al Vdd nominal para el resto de la subtrama. Además, cuando se proporciona una concesión de UL, aún puede ser subóptimo procesar el resto de la subtrama al reloj y el voltaje más altos, ya que el UE debe actuar 4 ms más tarde. Puede surgir un problema similar con respecto a los intervalos de recepción discontinua largos y cortos (DRX) y las brechas de medición utilizadas en LTE.

50 **[0054]** A continuación, se describen detalles adicionales sobre cómo implementar el escalado dinámico de voltaje y frecuencia en un módem WLAN o en un módem LTE con respecto a diversos modos de realización.

60 **[0055]** Con respecto a un modo HT20 estático para escuchar y recibir, por ejemplo, puede ser posible operar a un Vdd reducido (por ejemplo, 0.9 V o inferior) durante toda la fase de escucha y RX-trama una vez que el módem WLAN está configurado en el modo estático HT20. Este Vdd reducido es más bajo que el Vdd nominal (1.1 V) descrito anteriormente. La configuración del módem WLAN en este modo particular puede basarse en el conocimiento del ancho de banda del canal que se utiliza en la recepción de paquetes o tramas. Es decir, el módem WLAN puede recibir una indicación del ancho de banda del canal (conexión) y puede cambiar al modo HT20 estático con su Vdd

65

más bajo (y un reloj más bajo).

**[0056]** Con respecto al modo dinámico HT40/VHT80 para escuchar, por ejemplo, puede ser posible operar a un Vdd reducido (por ejemplo, 0.9 V o menos) durante toda la fase de escucha. Cuando se detecta un paquete VHT, el voltaje se puede escalar desde el Vdd reducido hasta un Vdd nominal durante un cierto período de tiempo. En un ejemplo, un PMIC puede proporcionar una velocidad de respuesta de  $\sim 0.2 \text{ V}/3 \text{ microsegundos}$  ( $\mu\text{s}$ ) (por ejemplo, el módulo de gestión de energía 360). Se pueden usar otras velocidades de respuesta, algunas de las cuales pueden ser más rápidas que  $0.2 \text{ V}/3 \mu\text{s}$ . Para proporcionar el nivel de voltaje apropiado, se pueden usar fuentes de alimentación de modo conmutado (SMPS) o reguladores lineales de baja caída (LDO) con cambiadores de nivel en diferentes dominios de voltaje (por ejemplo, islas de voltaje) de la arquitectura del módem.

**[0057]** Además del ajuste de voltaje (y el ajuste de frecuencia de reloj correspondiente) basado en el rendimiento y/o el ancho de banda de un paquete en particular, puede haber otros aspectos que determinen si ajustar el voltaje, la potencia y/o la frecuencia de las operaciones en un módem inalámbrico.

**[0058]** Por ejemplo, para paquetes VHT (por ejemplo, paquetes VHT80), ciertos campos del paquete pueden usarse para determinar si el paquete está destinado al dispositivo inalámbrico (por ejemplo, la STA). Para sistemas de un solo usuario de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), el campo inspeccionado para la información de destino puede ser un identificador de asociación parcial (pAID), mientras que para MIMO multiusuario (MU-MIMO) de enlace descendente (DL), el campo inspeccionado para la información de destino puede ser el identificador de grupo (GID). Cuando el paquete está destinado a la STA, el módem WLAN puede permanecer habilitado a un alto voltaje y frecuencia de suministro, sujeto a decisiones basadas en el ancho de banda dinámico indicado en los campos de preámbulo. Cuando el paquete no está destinado a la STA, el módem WLAN puede seleccionar una de varias opciones: (1) la propia activación del reloj (por ejemplo, MAC/BB) y las porciones de RF; (2) realizar las mismas operaciones que en (1) y también reducir Vdd (por ejemplo, 0.9 V) durante la duración del paquete o unidad de datos (por ejemplo, Unidad de datos de protocolo del Protocolo de convergencia de capa física (PLCP) o PPDU); y (3) realizar las mismas operaciones que en (1) y activar todos los dominios MAC/BB/RF (por ejemplo, el módulo MAC 320, el módulo de banda base 340 y el módulo transceptor 350). La selección de una de estas opciones puede depender de la longitud de la PPDU y/o de la velocidad de respuesta asociada de un PMIC (por ejemplo, módulo de gestión de energía 360) y las latencias de colapso/restauración de energía del PMIC. Es decir, la selección depende de cuánto duran los paquetes y cuánto tiempo lleva hacer una transición de voltaje/frecuencia.

**[0059]** Para paquetes de alto rendimiento (por ejemplo, HT40) y heredados (por ejemplo, HT20), la detección del destino del paquete puede ocurrir dentro de la cabecera MAC del paquete. El voltaje y la frecuencia del módem WLAN (por ejemplo, el dispositivo 300) pueden permanecer en el nivel más alto o máximo durante la duración del HT-STF hasta que se encuentre la dirección del receptor MAC (RA). Cuando el paquete no está destinado a la STA, puede ser posible aplicar una de las técnicas (1), (2) y (3) descritas anteriormente con respecto a los paquetes VHT. Cuando el paquete se dirige o está destinado a la STA, el voltaje nominal o el voltaje reducido, acorde con el modo de ancho de banda entrante, y la frecuencia correspondiente, pueden mantenerse hasta la finalización de la RX-trama.

**[0060]** Otros eventos que pueden causar el escalado dinámico de voltaje y frecuencia en un módem inalámbrico pueden incluir un fallo en un delimitador de comprobación de redundancia cíclica (CRC) o la terminación de la RX-trama de métricas PHY continuas. Por ejemplo, el reloj y el voltaje se pueden escalar para el resto de una trama que ha encontrado un fallo de CRC del delimitador en una unidad de datos de protocolo MAC agregada (A-MPDU). En otro ejemplo, el escalado de reloj y el escalado de voltaje se pueden aplicar como un desencadenante de las decisiones de métrica de PHY continuas, como predecir en el medio de la Rx-trama que la secuencia de comprobación de trama finalmente fallará la comprobación de integridad y abortará la Rx-trama a mitad trama.

**[0061]** En el modo dinámico de transmisión y recepción (Tx/Rx) HT40/VHT80, para aquellos paquetes que están dirigidos o destinados a la STA, es posible decodificar primero el campo de ancho de banda (BW) a partir de un campo (V)HT-SIG-A. Usando una tabla o algún otro dispositivo similar (por ejemplo, una tabla de búsqueda de BW a frecuencia o LUT), los relojes PHY se pueden ajustar o elegir adecuadamente (por ejemplo, frecuencia para 20 MHz ( $f_{20}$ ), frecuencia para 40 MHz ( $f_{40}$ ), frecuencia para 80 MHz ( $f_{80}$ ), frecuencia para 160 MHz ( $f_{160}$ )) y Vdd reducido del Vdd nominal (por ejemplo,  $Vdd_{160} = 1.0 \text{ V}$ ) a Vdd para 20 MHz o  $Vdd_{20}$  (por ejemplo, 0.9 V o menos) en etapas más finas. Este enfoque permite que DVFS se use en la RX activa, así como durante la TX activa (basándose en decisiones de CCA y/o BW dinámico).

**[0062]** Los diversos modos descritos en el presente documento se han proporcionado a modo de ilustración y no de limitación. Un módem inalámbrico u otro dispositivo similar o parecido puede usar más, menos y/o diferentes modos sin apartarse de los diversos aspectos presentados en la divulgación relacionados con el escalado dinámico de voltaje y frecuencia.

**[0063]** Las descripciones de las FIGS. 4A - 6 presentadas a continuación proporcionan algunos ejemplos de las técnicas para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia descritas anteriormente. Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 4A**, se muestra un diagrama 400 que incluye una trama o paquete 410 con una primera parte 420 que representa un preámbulo o cabecera de la trama 410, y una segunda parte 430 que representa el contenido de datos

de la trama 410. La trama o paquete 410 no necesita limitarse a una trama o paquete WLAN y puede corresponder en su lugar a una trama o paquete en cualquiera de los múltiples protocolos de comunicaciones inalámbricas. La FIG. 4A describe un mecanismo por el cual un módem inalámbrico (por ejemplo, el UE 115, el AP 120, el eNB 105, el dispositivo 300) puede operar primero a un primer nivel de voltaje 440 (V0), luego puede detectar dentro de la trama 410 una métrica de trama (por ejemplo, categoría de rendimiento, destino del paquete, concesión de transmisión, concesión de recepción) asociada con uno o más paquetes de la trama 410, y luego puede determinar si debe pasar a un segundo nivel de voltaje 445 (V1) para procesar al menos una parte de uno o más paquetes contiguos de la trama 410 basándose en la métrica de trama detectada. El primer nivel de voltaje 440 puede corresponder a una frecuencia de reloj digital y el segundo nivel de voltaje 445 puede corresponder a una frecuencia de reloj digital más alta.

**[0064]** En este ejemplo, la detección de una categoría de rendimiento puede ocurrir dentro de la primera parte 420 de la trama 410 y durante un período 450. Al final del período 450, se determina si la trama 410 tiene un rendimiento que implica un nivel de voltaje más alto. Cuando el nivel de voltaje actual (V0) (y la frecuencia del reloj digital correspondiente) es apropiado o suficiente para procesar la trama 410, no se realiza ningún cambio y se mantiene el nivel de voltaje actual. Cuando el nivel de voltaje actual no es suficiente y se necesita el segundo nivel de voltaje (V1) (y la frecuencia de reloj digital correspondiente) para procesar la parte de datos de la trama 410, se produce una transición de voltaje (es decir, escalado) durante un período 455 hasta que se alcanza el nivel de voltaje apropiado (V1). Un período 460 corresponde a la aplicación del nivel de voltaje más alto para el procesamiento digital de la parte restante de la trama 410.

**[0065]** Pasando a la FIG. 4B, se muestra un diagrama 400-a que incluye la trama o paquete 410 de la FIG. 4A. La FIG. 4B describe un mecanismo por el cual un módem inalámbrico (por ejemplo, el UE 115, el AP 120, el eNB 105, el dispositivo 300) puede operar primero a un primer nivel de voltaje 440 (V0), luego puede detectar dentro de la trama 410 una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama 410, y luego puede determinar si pasar a un siguiente nivel de voltaje (por ejemplo, 445 (V1), 446 (V2), 447 (Vn)) para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama 410 basándose en la métrica de trama detectada. El primer nivel de voltaje 440 puede corresponder a una frecuencia de reloj digital y los otros niveles de voltaje pueden corresponder a frecuencias de reloj digital más altas.

**[0066]** Como con el ejemplo de la FIG. 4A, la detección de una categoría de rendimiento puede ocurrir dentro de la primera parte 420 de la trama 410 y durante un período 450. Al final del período 450, se determina si la trama 410 tiene un rendimiento que implica un nivel de voltaje más alto. Sin embargo, en este ejemplo, puede haber múltiples niveles de mayor rendimiento (por ejemplo, HT40/VHT80/VHT160) y la determinación puede incluir cuál de estos rendimientos está asociado con la trama 410. Una vez que se determina el rendimiento, también puede ser necesario identificar el nivel de voltaje adecuado (y la frecuencia de reloj digital correspondiente). Cuando el nivel de voltaje actual (V0) es apropiado o suficiente para procesar la trama 410, no se realiza ningún cambio y se mantiene el nivel de voltaje actual. Cuando el nivel de voltaje actual no es suficiente para manejar el rendimiento de la trama 410 y se necesita un nivel de voltaje más alto (y una frecuencia de reloj digital más alta), se produce una transición de voltaje (es decir, escalado) durante el período 455 hasta que se consiga que el nivel de voltaje identificado se corresponda con el nivel de rendimiento de la trama 410. El período 460 corresponde nuevamente a la aplicación del nivel de voltaje más alto para el procesamiento digital de la parte restante de la trama 410.

**[0067]** Haciendo referencia a continuación a la FIG. 4C, se muestra un diagrama 400-b que incluye la trama o paquete 410 de la FIG. 4A y la FIG. 4B. La FIG. 4C describe un mecanismo por el cual se determina un ancho de banda (BW) para usar en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, el AP 120, el eNB 105, el dispositivo 300) de entre múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo. Para módems WLAN (radios), por ejemplo, los anchos de banda admitidos pueden incluir 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz y/o 160 MHz. Otros módems pueden admitir más, menos y/o diferentes anchos de banda. Se puede identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado y un nivel de voltaje (y la frecuencia de reloj digital correspondiente) se puede escalar al nivel de voltaje identificado.

**[0068]** En este ejemplo, el ancho de banda y el nivel de voltaje correspondiente pueden determinarse antes de que la trama 410 se procese para su recepción o transmisión. Por ejemplo, para un ancho de banda BW0 se identifica un nivel de voltaje correspondiente (V0). Para un ancho de banda más alto BW1, se identifica un nivel de voltaje diferente (V1) que es más alto que el de BW0. De manera similar para BW2 a Bwn y los niveles de voltaje correspondientes V2 a Vn. Una vez determinado, el nivel de voltaje se aplica para procesar toda la trama 410.

**[0069]** Haciendo referencia a continuación a la FIG. 4D, se muestra un diagrama 400-c que incluye la trama o paquete 410 de las FIGS. 4A - 4C. La FIG. 4D describe un mecanismo por el cual se determina si la trama 410 está dirigida o destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, el AP 120, el eNB 105, el dispositivo 300) que la recibió. Como se describió anteriormente, cuando el nivel de voltaje 440 es apropiado para el procesamiento, no se realiza ningún cambio y el nivel de voltaje se mantiene en V0. Sin embargo, cuando el nivel de voltaje (y la frecuencia de reloj digital correspondiente) necesita escalarse, el nivel de voltaje cambia durante el período 455 al nivel de voltaje 445 (V1). En este ejemplo, hay una región 431 en la parte 430 (por ejemplo, parte de datos), que incluye información sobre el destino de la trama 410. La región 431 puede corresponder, por ejemplo, a la MAC

RA. Cuando la trama 410 no está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas, no hay ninguna razón para continuar procesándola y el nivel de voltaje puede volver al primer nivel de voltaje 440 durante un período 463 y permanecer en el nivel de voltaje más bajo durante un período 464 hasta que se deba manipular la siguiente trama o paquete. Sin embargo, cuando la trama 410 está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas, el segundo nivel de voltaje 445 se mantiene durante los períodos 463 y 464. **La FIG. 4E** muestra un diagrama 400-d que ilustra el caso cuando la región 431 está en la parte 420 (por ejemplo, el preámbulo, la cabecera). En este ejemplo, la información sobre el destino de la trama 410 puede incluirse en un campo (por ejemplo, VHT-SIG-A para paquetes VHT) en la parte 420 en lugar de en la MAC RA como en la FIG. 4D.

**[0070]** Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 5A**, se muestra un diagrama 500 que incluye una trama o paquete 510. La trama 510 puede comprender uno o más paquetes y puede ser un ejemplo de la trama 410 de las FIGS. 4A - 4E. La trama 510 puede incluir un campo de entrenamiento corto heredado (L-STF) 511, un campo de entrenamiento largo heredado (L-LTF) 512, un campo de señal heredada (L-SIG) 513, un campo de señal de muy alto rendimiento (VHT) A (VHT-SIG-A) 514, un campo de entrenamiento corto VHT (VHT-STF) 515, un campo de entrenamiento largo VHT (VHT-LTF) 516, un campo de señal VHT B (VHT-SIG-B) 517 y campo de datos 518. La FIG. 5A, como la FIG. 4A anterior, describe un mecanismo por el cual un módem inalámbrico (por ejemplo, el UE 115, el AP 120, el eNB 105, el dispositivo 300) puede operar primero a un primer nivel de voltaje 540 (V0), luego puede detectar dentro de la trama 510 una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama 510, y luego puede determinar si pasar a un segundo nivel de voltaje 545 (V1) para procesar al menos una parte de uno o más paquetes de la trama 510 basándose en la métrica de trama detectada. Como se señaló anteriormente con respecto a la FIG. 4A, el primer nivel de voltaje 540 puede corresponder a una frecuencia de reloj digital y el segundo nivel de voltaje 545 puede corresponder a una frecuencia de reloj digital más alta.

**[0071]** En este ejemplo, la detección de una categoría de rendimiento puede ocurrir dentro de un período 550 (aproximadamente 29  $\mu$ s) y puede incluir la obtención de información de categoría de rendimiento de uno o más de los campos en este período. Por ejemplo, la información de categoría de rendimiento (por ejemplo, si un paquete o trama es HT o VHT, el ancho de banda del paquete o trama) puede obtenerse del campo VHT-SIG-A 514. Una vez que se obtiene la categoría de rendimiento, se determina si la trama 510 tiene un rendimiento que implica un nivel de voltaje más alto. Cuando el nivel de voltaje (V0) actual (y la frecuencia de reloj digital correspondiente) es suficiente para procesar la trama 510 (es decir, la categoría de rendimiento no implica un nivel de voltaje más alto), no se realiza ningún cambio y se mantiene el nivel de voltaje actual. Cuando el nivel de voltaje actual no es suficiente y se necesita el segundo nivel de voltaje (V1) para procesar adecuadamente el campo de datos 518, se produce una transición de voltaje (es decir, escalado) durante un período 555 (aproximadamente 3  $\mu$ s) hasta que se alcanza el nivel de voltaje (V1) apropiado. El período 555 puede coincidir con el VHT-STF 515 de la trama 510. Un período 560 (que puede estar en el rango de milisegundos) corresponde a la aplicación del nivel de voltaje más alto para el procesamiento digital del VHT-LTF 516, el campo VHT-SIG-B 517 y el campo de datos 518.

**[0072]** En algunos modos de realización, la cantidad de reducción de potencia que se puede lograr durante el período 550 usando el escalado dinámico de voltaje y frecuencia se puede mejorar aún más si tales técnicas también se aplican a los componentes de radiofrecuencia del módem inalámbrico (por ejemplo, el módulo transceptor 350).

**[0073]** La **FIG. 6** muestra un diagrama 600 que ilustra un ejemplo de detección dentro de la trama para varios paquetes IEEE 802.11 de acuerdo con diversos modos de realización. El diagrama 600 incluye un paquete o trama 610 que corresponde a un paquete IEEE 802.11a/g, un paquete o trama 630 que corresponde a un paquete IEEE 802.11n, y un paquete o trama 650 que corresponde a un paquete IEEE 802.11ac.

**[0074]** La trama 610 incluye un campo L-STF 611, un campo L-LTF 1 y 2 612, un campo L-SIG 613 y un campo de datos 614. Cuando la inspección dentro de la trama para detectar la métrica de trama 610 identifica la trama 610 como una trama heredada, se puede mantener un nivel de voltaje 620 (V0) (y la frecuencia de reloj digital correspondiente) aplicado al comienzo de la trama 610 para procesar toda la trama.

**[0075]** La trama 630 incluye un campo L-STF 631, un campo L-LTF 1 y 2 632, un campo L-SIG 633, un campo HT-SIG 1 y 2 634 y un campo HT-STF 635, un campo HT-LTF 636 y un campo de datos 637. Cuando la inspección dentro de la trama (por ejemplo, en el interior de la trama) para detectar la métrica de trama 630 identifica la trama 630 como una trama de alto rendimiento (HT), se aplica un nivel de voltaje 640 (V0) al comienzo de la trama 630 y es posteriormente escalado a un nivel de voltaje más alto 645 (V1) durante el HT-STF 635. El nivel de voltaje más alto 645 puede mantenerse para procesar el campo HT-LTF 636 y el campo de datos 637. El escalado de voltaje en este caso también da como resultado un escalado de frecuencia de reloj digital correspondiente.

**[0076]** La trama 650 incluye un campo L-STF 651, un campo L-LTF 1 y 2 652, un campo L-SIG 653, un campo VHT-SIG-A 654, un campo VHT-STF 655, un campo VHT-LTF 656 y un campo VHT-SIG-B y de datos 657. La trama 650 también puede ser un ejemplo de la trama 510 descrita anteriormente con referencia a la FIG. 5. Cuando la inspección dentro de la trama para detectar la métrica de trama de la trama 650 identifica la trama 650 como una trama de muy alto rendimiento (VHT), se aplica un nivel de voltaje 660 (V0) al comienzo de la trama 650 y posteriormente se escala a un nivel de voltaje 665 (V2) más alto durante el campo VHT-STF 655. El nivel de voltaje 665 (V2) puede ser más alto que el nivel de voltaje 645 (V1) de la trama 630. En algunos ejemplos, V0 puede ser de aproximadamente 0.9 V,

V1 puede ser de aproximadamente 1.1 V y V2 puede ser mayor que 1.1 V. El nivel de voltaje más alto 665 se puede mantener para procesar el campo VHT-LTF 656 y el campo VHT-SIG-B y de datos 657. El escalado de voltaje en este caso también da como resultado un escalado de frecuencia de reloj digital correspondiente.

5 **[0077]** Otra consideración que puede tomarse con respecto a los ejemplos mostrados en la FIG. 6 es si las tramas o paquetes están destinados o dirigidos al dispositivo UE que los está manejando. La FIG. 4D y la FIG. 4E proporcionan una descripción general de lo que puede ocurrir con el escalado de voltaje (y/o de frecuencia) cuando una trama o paquete se dirige al dispositivo y lo que puede ocurrir con el escalado de voltaje (y/o de frecuencia) cuando la trama o paquete no se dirige al dispositivo. Por ejemplo, cuando el paquete es un paquete de alto ancho de banda (por ejemplo, VHT) y no está dirigido al dispositivo que lo maneja, el nivel de voltaje puede volver a un nivel de bajo voltaje después de pAID en el VHT-SIG-A. Cuando el paquete es un paquete de 40 MHz (por ejemplo, HT o IEEE 11n) y no está dirigido al dispositivo que lo maneja, el nivel de voltaje puede volver a pasar a un voltaje más bajo después del campo MAC RA. Si la activación del reloj, la activación de potencia y/o el escalado de voltaje se utilizan en cualquiera de estos escenarios puede depender de lo que quede del paquete después del punto en que se determinó que el paquete no está dirigido al dispositivo.

10 **[0078]** Puede haber consideraciones adicionales a realizar con respecto a las transiciones asociadas con el escalado dinámico de voltaje y frecuencia. Por ejemplo, la parte inicial de una etapa o modo de escucha puede iniciarse en un Vdd reducido. En algunos casos, la transición a un Vdd más alto se puede hacer temprano inmediatamente después de que el control automático de ganancia (AGC) detecte una señal WLAN válida (véase, por ejemplo, la FIG. 7). En estos casos, cuando se implementa el escalado dinámico de voltaje y frecuencia (DVFS) justo después de AGC (es decir, aumentar a Vdd nominal), puede provocar una sacudida de DVFS si se encuentra un error de capa PHY durante la etapa de escucha y el PHY (por ejemplo, el módulo PHY 330) vuelve al modo de búsqueda y vuelve al Vdd reducido. El cambio rápido en Vdd puede conducir a un desperdicio de energía de activación debido a las transiciones LDO/SPMS. En otras palabras, la energía usada entre aumentar el nivel de voltaje desde el principio y reducirlo una vez que se encuentra un error puede provocar que se consuma más energía de la que se ahorró. Por otro lado, debido a que el aumento a un Vdd más alto ocurre desde el principio, la velocidad de respuesta (es decir, la transición de escalado) o el módulo de PMU 360 pueden relajarse, ya que la transición puede tener lugar durante un período de tiempo más largo.

20 **[0079]** En otros casos, la transición a un Vdd más alto puede tener lugar después de que el campo VHT-SIG-A (por ejemplo, el campo VHT-SIG-A 654) identifique que se puede requerir un reloj más alto. En estos casos, cuando DVFS se implementa más adelante en la trama o paquete, se puede ahorrar más energía durante la etapa de escucha. Sin embargo, un DVFS posterior puede involucrar velocidades de respuesta más exigentes (por ejemplo, transiciones de escalado más cortas) en un PMIC (por ejemplo, 0.2 V/4 us o incluso más).

25 **[0080]** Como se describió anteriormente, un error de la capa PHY puede dar lugar a una sacudida de DVFS cuando la detección de AGC para DVFS se implementa temprano en una trama o paquete. Los errores de la capa PHY pueden ocurrir por múltiples razones y en diferentes lugares en una trama o paquete.

30 **[0081]** La FIG. 7 muestra un diagrama 700 que ilustra diferentes eventos, algunos de los cuales son desencadenantes de errores de la capa PHY. El diagrama 700 incluye una trama 710 que tiene un campo L-STF 711, un campo L-LTF 1 712, un campo L-LTF 2 713, un campo L-SIG 714, un campo HT-SIG 1/2 715, un campo HT -STF 716, un campo HT-LTF 717 y un campo de datos HT 718. Cada uno de los eventos mostrados en la FIG. 7 está conectado a un campo en la trama 710 donde ocurre ese evento. Además, el diagrama 700 también ilustra dónde ocurre la detección de AGC (campo L-STF 711) cuando DVFS se implementa temprano en la trama 710.

35 **[0082]** Los círculos en líneas discontinuas que se muestran sobre la trama 710 identifican eventos asociados con varios aspectos de los campos de la trama 710. Por ejemplo, los eventos 1, 2, 3 y 4 están asociados con el campo L-STF 711, mientras que los eventos 15 y 16 están asociados con el campo de datos HT 718. Los diversos eventos sobre la trama 710 son los siguientes: 1 - ganancia de caída; 2 - encuentra una fuerte señal en banda; 3 - votación para OFDM; 4 - DC/ppm aproximada; 5 - ste (temporización aproximada); 6 - DC afinada; 7 - temporización afinada; 8 - ppm afinada; 9 - estimación del canal (est. can.); 10 - longitud de la tasa; 11 - encuentra el paquete ht (paquete); 12 - ppa afinada ht; 13 - longitud del esquema de modulación y codificación (mcs) 20/40 agresivo (agr.) Intervalo de guarda corto (sgi.), etc.; 14 - temporización afinada ht; 15 - estimación del canal ht (est. can.); y 16: iniciar la detección de datos (det) y el seguimiento.

40 **[0083]** Los cuadrados en líneas discontinuas que se muestran debajo de la trama 710 identifican eventos que pueden desencadenar errores de la capa PHY asociados con la trama 710. Cada uno de estos eventos corresponde a un campo particular de la trama 710. Por ejemplo, los eventos 1 y 2 están asociados con el campo L-STF 711, mientras que el evento 9 está asociado con el campo de datos HT 718. Los diversos eventos debajo de la trama 710 son los siguientes: 1 - votar por cck; 2 - scorr bajo; 3 - xcorr bajo; 4 - error de temporización afinada; 5 - tiempo muerto ste; 6 - scorr largo bajo; 7 - velocidad/longitud ilegal o error de paridad; 8 - error de verificación de redundancia cíclica (crc) ht-sig; y 9 - caída/aumento de potencia. Cuando ocurre uno de los eventos, se puede producir un error y el escalado dinámico de voltaje y frecuencia pueden implicar tener que llevar un nivel de voltaje previamente aumentado nuevamente a un nivel de voltaje más bajo, lo que puede provocar una sacudida.

**[0084]** Como se describió anteriormente, el escalado dinámico de voltaje y frecuencia (por ejemplo, DVFS dentro de la trama) se puede aplicar en varios modos de comunicación. También se puede aplicar sobre un subsistema completo, o sobre varios subsistemas, de un módem inalámbrico (por ejemplo, el dispositivo 300). Al usar islas de voltaje separadas e independientes asociadas con diferentes subsistemas, se puede implementar un esquema de ahorro de energía más flexible. Por ejemplo, un subsistema puede incluir los siguientes componentes: AMBA (por ejemplo, módulo de CPU 310, tejido de interconexión, etc.), MAC (por ejemplo, módulo MAC 320), BB (por ejemplo, módulo de banda base 340), RF (por ejemplo, módulo transceptor 350) y MEM (por ejemplo, MEM 370). El subsistema también puede incluir una o más interfaces. La siguiente representación puede indicar el subsistema que tiene la misma fuente de voltaje y sus componentes: {AMBA, MAC, BB, RF, MEM}. Este subsistema de voltaje implica la mayoría de los componentes de, por ejemplo, un módem inalámbrico. Sin embargo, un subsistema de voltaje puede implicar menos y diferentes componentes. Otros ejemplos de subsistemas son {MAC, BB}, {MAC, BB, RF}, {AMBA, MAC, BB, MEM}. Estos subsistemas de voltaje pueden implicar el uso de cambiadores de nivel y aislamiento de voltaje, por ejemplo. Cada subsistema de voltaje puede tener una frecuencia de reloj digital correspondiente que se puede escalar junto con el nivel de voltaje del subsistema de voltaje.

**[0085]** El escalado dinámico de voltaje y frecuencia puede no ser adecuado para dispositivos de memoria en algunas situaciones. Por ejemplo, la memoria interna (por ejemplo, SRAM) puede o no tener escalado de voltaje y ser funcional, dependiendo de los requisitos de Vddmin de las bibliotecas de memoria. La retención de la memoria, durante la inactividad profunda, sin embargo, puede ir acompañada de escalado de voltaje. En general, el DVFS dentro de la trama típicamente puede no aplicarse a la inactividad profunda, sin embargo, puede haber casos en los que sí lo hace. Además, los bloques lógicos digitales de doble velocidad de datos (DDR) pueden, en algunos casos, no ser adecuados para el escalado de voltaje/reloj sobre la marcha debido a la presencia de un bucle de bloqueo retardado (DLL). En esos casos, la memoria puede incluirse en un dominio que no sea DVFS.

**[0086]** Otras consideraciones arquitectónicas pueden incluir permitir que una CPU, interfaces (por ejemplo, AXI/AHB/APB) y los puentes asociados (por ejemplo, X2H, H2P, etc.) se escalen tanto en frecuencia como en voltaje. Esos bloques o componentes que no son susceptibles de cambios en el reloj sobre la marcha pueden colocarse fuera de un dominio de DVFS (por ejemplo, PCIE/USB PHY, SERDES, etc.). La FIG. 8A y la FIG. 8B que se describen a continuación muestran diferentes ejemplos de subsistemas de voltaje usados en relación con el escalado dinámico de voltaje y frecuencia.

**[0087]** La FIG. 8A muestra un diagrama 800 que ilustra un ejemplo de un dispositivo 810 donde cada uno de los componentes está incluido en un dominio de voltaje independiente. De acuerdo con la arquitectura de la FIG. 8A, un PHY 330-a con un interruptor de cabecera 825 y un DVFS 1 820, un MAC 320-a con un interruptor de cabecera 825 y un DVFS 2 820, y una CPU 310-a con un interruptor de cabecera 825 y un DVFS 3 820, están cada uno en un dominio de DVFS diferente (por ejemplo, DVFS dentro de la trama). Estos dominios están separados por cambiadores de aislamiento/nivel 840. El PHY 330-a, el MAC 320-a y la CPU 310-a pueden ser ejemplos del PHY 330, el MAC 320 y la CPU 310 de la FIG. 3, respectivamente.

**[0088]** Además de los dominios de DVFS admitidos por el DVFS 1 820, el DVFS 2 820 y el DVFS 3 820, un módulo "Siempre en el dominio" 830 puede proporcionar voltaje y/o frecuencia apropiados para la operación continua de los cambiadores de aislamiento/nivel 840. Además, las interfaces en serie y la memoria 860 con un interruptor de cabecera 825 y un regulador de voltaje estático 850 pueden ser parte de un dominio separado, estático y no DVFS. Cabe señalar que los tres dominios de DVFS, el dominio "Siempre encendido" y el dominio estático tienen todos el mismo nivel de voltaje, Vin, que puede originarse en una fuente común.

**[0089]** El DVFS 1 820, DVFS 2 820 y DVFS 3 820 crean rieles de suministro únicos por bloque digital y cada uno puede ser un regulador de conmutación o un LDO. El regulador de voltaje estático 850 crea un riel de suministro único que es un voltaje fijo y puede ser un regulador de conmutación o un LDO.

**[0090]** La FIG. 8B muestra un diagrama 800-a que ilustra un ejemplo de un dispositivo 810-a donde cada uno de los componentes está incluido en un dominio independiente. De acuerdo con la arquitectura de la FIG. 8B, un receptor (RX) 870 con un interruptor de cabecera 825-a y un DVFS 1 820-a, y un transmisor (TX) 875 con un interruptor de cabecera 825-a y un DVFS 2 820-a están cada uno en un dominio de DVFS diferente. Estos dominios están separados por cambiadores de aislamiento/nivel 840-a. El RX 870 y el TX 875 pueden ser ejemplos de un receptor de RF y un transmisor de RF, respectivamente, que pueden incluirse en el módulo transceptor 350 de la FIG. 3.

**[0091]** Además de los dominios DVFS compatibles con el DVFS 1 820-a y el DVFS 2 820-a, un módulo "Siempre en el dominio" 830-a puede proporcionar voltaje y/o frecuencia apropiados para el funcionamiento continuo de los cambiadores de aislamiento/nivel 840-a. Además, el cristal (XTAL)/bucle de bloqueo de fase (PLL) de RF/BIAS 880 con un interruptor de cabecera 825-a y un regulador de voltaje estático 850-a pueden ser parte de un dominio separado, estático y no DVFS. Cabe señalar que los dos dominios de DVFS de RF, el dominio "Siempre encendido" y el dominio estático tienen todos el mismo nivel de voltaje, Vin, que puede originarse en una fuente común.

**[0092]** El DVFS 1 820-a y el DVFS 2 820-a crean rieles de suministro únicos por bloque digital y cada uno puede

ser un regulador de conmutación o un LDO. El regulador de voltaje estático 850-a crea un riel de suministro único que es un voltaje fijo y puede ser un regulador de conmutación o un LDO. En algunos casos, puede haber múltiples reguladores de voltaje estáticos 850-a por bloque analógico que requieren un suministro fijo independiente de la tasa PHY.

5 [0093] El uso de escalado dinámico de voltaje y frecuencia para módulos de RF y/o analógicos como se muestra en la FIG. 8B también puede implementarse de acuerdo con diferentes modos de operación. Por ejemplo, en un modo estático, el voltaje a los módulos de RF/analógicos desde un amplificador de bajo ruido (LNA) a un convertidor de analógico a digital (ADC) puede escalarse, vinculando el escalado de RF al escalado dinámico de voltaje y frecuencia digital. En algunos casos, escalar el voltaje puede aumentar la ganancia de recepción analógica (RxGain). Los circuitos de compensación se pueden usar en la ruta de RX para mitigar cualquier posible aumento de RxGain. Los circuitos de compensación pueden implementarse después de que se hayan caracterizado los efectos de RxGain. Otro enfoque que puede mitigar o minimizar el efecto del escalado en módulos de RF/analógicos puede ser escalar los bloques de banda base independientemente de los bloques de RF.

15 [0094] En un modo dinámico, los filtros analógicos de RF pueden conmutarse de un ancho de banda más bajo a un ancho de banda más alto en una línea de tiempo que corresponde al del escalado dinámico de voltaje y frecuencia (por ejemplo, duración de < 10 us). Sin embargo, implementar una conmutación rápida de filtro analógico puede presentar algunos desafíos. Otros aspectos pueden incluir tener PLL de RF, BIAS y XTAL en un dominio de voltaje estático como se muestra en la FIG. 8B. Además, los bloques de transmisión (TX) y recepción (RX) de la parte de RF de un módem inalámbrico pueden estar en dominios de voltaje de DVFS independientes como se muestra en la FIG. 8B.

25 [0095] Haciendo referencia a continuación a la FIG. 9A, se muestra un diagrama 900 que ilustra un dispositivo 910 en el cual los voltajes para un BB 930, un MAC 940 y un sistema en chip (SOC) 950 están siendo escalados directa e independientemente por diferentes fuentes de alimentación conmutadas (SMPS) 920. El BB 930 puede ser un ejemplo del módulo de banda base 340 de la FIG. 3. El MAC 940 puede ser un ejemplo de los módulos MAC 320 y 320-a de la FIG. 3 y la FIG. 8A, respectivamente. El SOC 950 puede ser un ejemplo de los módulos de CPU 310 y 310-a de la FIG. 3 y la FIG. 8A, respectivamente.

30 [0096] Las siguientes expresiones describen el análisis de potencia asociado con el escalado dinámico de voltaje usando SMPS 940 (es decir, escalado directo):

35 
$$V_{\text{ESCALADO}} = V_{\text{SMPS}}$$

$$I_{\text{CARGA}} = C \times V_{\text{SMPS}} \times F$$

$$I_{\text{BAT}} = I_{\text{CARGA}} \times (V_{\text{SMPS}} / V_{\text{BAT}}) \times (1/e)$$

40 
$$P = V_{\text{BAT}} \times I_{\text{BAT}}$$

donde  $V_{\text{ESCALADO}}$  = salida del SMPS,  $e$  = eficiencia del SMPS,  $I_{\text{BAT}}$  = corriente consumida en la batería,  $V_{\text{BAT}}$  = voltaje de la batería,  $I_{\text{CARGA}}$  = corriente consumida en cada bloque;  $C$  = capacitancia de carga,  $F$  = frecuencia operativa del bloque y  $P$  = potencia. Los cálculos de la potencia pueden ser como sigue:

45 
$$\text{Potencia antes de escalar: } (C \times F) \times (V_{\text{SMPS}})^2 \times (1/e)$$

$$\text{Potencia antes de escalar: } (C \times F) \times (V_{\text{ESCALADO}})^2 \times (1/e)$$

50 lo que resulta en ahorros de energía que pueden ser proporcionales a  $V^2$  en  $V_{\text{BAT}}$ .

[0097] Pasando a la FIG. 9B, se muestra un diagrama 900-a que ilustra un dispositivo 910-a en el cual los voltajes para un BB 930-a, un MAC 940-a y un SOC 950-a están siendo escalados indirectamente e independientemente por diferentes SMPS 920-a a través de los LDO 960. El BB 930-a puede ser un ejemplo del módulo de banda base 340 de la FIG. 3 y el BB 930 de la FIG. 9A. El MAC 940-a puede ser un ejemplo de los módulos MAC 320 y 320-a de la FIG. 3 y la FIG. 8A, respectivamente, y del MAC 940 de la FIG. 9A. El SOC 950-a puede ser un ejemplo de los módulos de CPU 310 y 310-a de la FIG. 3 y la FIG. 8A, respectivamente, y del SOC 950 de la FIG. 9A. El SMPS 920-a puede ser un ejemplo del SMPS 920 de la FIG. 9A.

60 [0098] Las siguientes expresiones describen el análisis de potencia asociado con el escalado dinámico de voltaje usando los SMPS 940-a y los LDO 960 (es decir, escalado indirecto):

$$V_{\text{ESCALADO}} = V_{\text{LDO}}$$

65 
$$I_{\text{CARGA}} = C \times V_{\text{LDO}} \times F + I_{\text{POLARIZACIÓN}}$$

## ES 2 813 620 T3

$$I_{BAT} = I_{CARGA} \times (V_{SMPS}/V_{BAT}) \times (1/e)$$

$$P = V_{BAT} \times I_{BAT}$$

5 donde algunos de estos términos son comunes a los descritos anteriormente para el análisis con respecto a la FIG. 9A. Además,  $V_{LDO}$  = salida del LDO e  $I_{POLARIZACIÓN}$  = corriente de polarización del LDO. Los cálculos de la potencia pueden ser como sigue:

$$\text{Potencia antes de escalar: } (C \times F) \times (V_{SMPS})^2 \times (1/e)$$

10

Potencia después de escalar:  $(C \times F) \times (V_{ESCALADO}) \times (V_{SMPS}) \times (1/e)$  (sin incluir la corriente de polarización del LDO)

Potencia después de escalar:  $(V_{SMPS}) \times (C \times F \times V_{ESCALADO} + I_{POLARIZACIÓN}) \times (1/e)$  (incluida la corriente de polarización del LDO)

15

**[0099]** En un ejemplo que proporciona una comparación entre la implementación del dispositivo 910 y el dispositivo 910-a en la FIG. 9A y la FIG. 9B, respectivamente, se pueden hacer los siguientes supuestos:

$$V_{BAT} = 3.6 \text{ V}$$

20

$$V_{SMPS} = 1.05 \text{ V}$$

$$V_{ESCALADO} = 0.8 \text{ V}$$

25

$$I_{POLARIZACIÓN} = 50 \mu\text{A}$$

$$E(\text{eficiencia}) = 0.9$$

$$C \times F = 10^{-3}$$

30

$$\text{Corriente nominal de bloque} = C \times F \times V_{SMPS} = C \times F \times (1.05 \text{ V})$$

35

En estas condiciones, la potencia calculada sin el uso de DVFS puede ser de 12.25 mW. La potencia calculada cuando se utilizan DVFS y el escalado directo (es decir, SMPS como se muestra en la figura 9A) puede ser de 7.1 mW, aproximadamente una reducción del 42 % en la cantidad de potencia utilizada. La potencia calculada cuando se utilizan DVFS y el escalado indirecto (es decir, SMPS/LDO como se muestra en la figura 9B) y se ignora la polarización del LDO puede ser de 9.33 mW, aproximadamente una reducción del 24 % en la cantidad de potencia utilizada. La potencia calculada cuando se utilizan DVFS y el escalado indirecto (es decir, SMPS/LDO como se muestra en la figura 9B) y se incluye la polarización del LDO puede ser de 9.39 mW, aproximadamente una reducción del 23 % en la cantidad de potencia utilizada. A partir de estos resultados, se puede usar el escalado directo para proporcionar una mayor reducción en la cantidad de energía utilizada. Este enfoque puede ser fácil de implementar en una solución integrada con un PMIC externo con múltiples SMPS compatibles con DVFS. El escalado indirecto, por otro lado, puede ser adecuado en soluciones discretas (no integradas). Cabe señalar que el escalado de voltaje descrito en la FIG. 9A y la FIG. 9B puede usarse para escalar las frecuencias de reloj correspondientes usadas para procesar datos digitales.

45

**[0100]** Las diversas técnicas descritas en el presente documento para implementar el escalado dinámico de voltaje y frecuencia también pueden ser aplicables a los módems inalámbricos usados en las comunicaciones celulares, como los que se usan en los UE para redes LTE. A continuación, se proporcionan algunos modos de realización que implementan rasgos característicos o aspectos del escalado dinámico de voltaje y frecuencia en comunicaciones basadas en LTE.

50

**[0101]** La FIG. 10 es un diagrama 1000 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama que puede usarse en un sistema de comunicación inalámbrica, que incluye los sistemas de comunicación inalámbrica descritos anteriormente con referencia a la FIG. 1 y a la FIG. 2. La estructura de trama se puede usar en LTE o sistemas similares. Una trama (10 ms) 1010 puede estar dividida en 10 subtramas de igual tamaño. Cada subtrama puede incluir dos ranuras de tiempo consecutivas. Se puede usar una rejilla de recursos para representar dos ranuras temporales, incluyendo cada ranura temporal un bloque de recursos (RB). La rejilla de recursos se puede dividir en múltiples elementos de recurso.

55

**[0102]** En LTE, un bloque de recursos puede contener 12 subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia y, para un prefijo cíclico normal en cada símbolo OFDM, 7 símbolos OFDM consecutivos en el dominio del tiempo, u 84 elementos de recurso. El número de bits transportados por cada elemento de recurso puede depender del esquema de modulación. Por lo tanto, cuantos más bloques de recursos reciba un UE y cuanto más sofisticado sea el esquema de modulación, mayor será la velocidad de transmisión de datos para el UE.

60

**[0103]** En este ejemplo, los primeros símbolos OFDM 1-3 o 1-4 en la primera ranura pueden usarse como una región de control que incluye símbolos de señalización de control (puntos) y símbolos de referencia específicos de célula

65

(CR-RS) (líneas diagonales). El CR-RS también se puede incluir en la parte restante de la primera ranura y en la segunda ranura. La información de control proporcionada en los símbolos de señalización de control puede incluir información de control para uno o múltiples UE contenidos en mensajes de información de control de enlace descendente (DCI) transmitidos a través del canal físico de control de enlace descendente (PDCCH).

**[0104]** El escalado dinámico de voltaje y frecuencia puede implementarse en conexión con la etapa de decodificación PDCCH. Por ejemplo, cada PDCCH o región de control (es decir, los primeros 3 o 4 símbolos OFDM) pueden necesitar decodificarse con una periodicidad de 1 ms. Sin embargo, un UE (por ejemplo, el UE 115) puede tener o no una concesión de enlace descendente (DL) o de recepción o una concesión de enlace ascendente (UL) o de transmisión. Debido a que tal concesión no puede proporcionarse para una parte de la subtrama, los 11 o 10 símbolos OFDM restantes en la subtrama pueden ignorarse (es decir, no procesarse). Cuando se ofrece una concesión DCI UL/DL al UE a través del PDCCH, el UE puede recibir información sobre el bloque de recursos (RB) asociado con las concesiones. El RB de DL puede estar en la siguiente ranura, en cuyo caso el tiempo del UE puede tener entre 3 y 4 símbolos OFDM en la primera ranura para escalar el reloj y/o reducir el voltaje antes de que necesite estar listo para la concesión de DL asignada.

**[0105]** Cuando la concesión es una concesión de UL, por ejemplo, que se puede determinar decodificando los primeros símbolos OFDM 1-3 o 1-4, el UE puede ignorar el resto de la primera ranura y puede activar el reloj con el escalado de potencia (es decir, Vdd reducido, reloj reducido) la segunda ranura de la subtrama. El UL típicamente tiene lugar 4 subtramas después de la concesión. Para el próximo PDCCH, que ocurre en la siguiente subtrama 1 ms después, el UE puede recuperar el reloj para decodificar la información de control del PDCCH, lo que puede proporcionar una concesión de DL (para esa subtrama) u otra concesión de UL 4 ms después.

**[0106]** Cuando la concesión es una concesión de DL en la misma subtrama que los símbolos OFDM 1-3 o 1-4 a partir de los cuales se determina la concesión, el UE puede ignorar los símbolos OFDM restantes en la primera ranura y puede operar durante la primera ranura a un Vdd reducido (y a un reloj más bajo correspondiente). Para la segunda ranura, el UE puede aumentar la recuperación de Vdd (y del reloj) para manejar el DL.

**[0107]** Debido a que cada símbolo OFDM tiene una duración de aproximadamente 71  $\mu$ s, la implementación del escalado dinámico de voltaje y frecuencia como se describió anteriormente para ranuras y subtramas LTE puede proporcionar una cantidad significativa de ahorro de energía en la operación de un módem inalámbrico en un UE.

**[0108]** Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 11A**, un diagrama 1100 ilustra un gráfico 1110 que describe intervalos de recepción discontinua (DRX) largos y cortos durante una conexión de datos activa en LTE para usar en conexión con el escalado dinámico de voltaje y frecuencia. Los intervalos DRX permiten que un UE (por ejemplo, el UE 115) apague su receptor por un período de tiempo antes de que necesite volver a encenderlo para recibir o escuchar señales. El gráfico 1110 muestra un DRX largo, que puede configurarse mediante un mensaje de control de recursos de radio (RRC), por ejemplo. El gráfico 1110 también muestra un DRX corto, que también puede configurarse mediante un mensaje RRC. Se muestran los paquetes 1120 para ilustrar el patrón de información asociado con los DRX largos y cortos del gráfico 1110. Los paquetes 1120 pueden ser paquetes en tiempo real (por ejemplo, paquetes de Voz sobre IP (VoIP)) transmitidos al UE.

**[0109]** Durante los intervalos DRX o ciclos DRX, el UE puede detener o interrumpir la decodificación PDCCH. Por lo tanto, un enfoque para implementar el escalado dinámico de voltaje y frecuencia con intervalos DRX puede incluir que, en una entrada en un intervalo DRX (largo o corto), el módem digital del dispositivo UE y el subsistema de RF puede ser escalado en frecuencia y voltaje. Dependiendo de uno o más criterios (por ejemplo, la longitud del intervalo DRX), se puede aplicar la activación de reloj, la activación de potencia y/o el escalado de voltaje. Por ejemplo, si la duración es lo suficientemente larga, se puede aplicar el colapso de potencia. La **FIG. 11B** muestra un diagrama 1100-a en el que un gráfico 1120 ilustra la temporización de un ciclo DRX en relación con la decodificación PDCCH. En el gráfico 1120, una decodificación PDCCH exitosa inicia un temporizador de inactividad (1) cuando el UE está despierto. El temporizador de inactividad puede expirar después de cierta duración. Sin embargo, cuando otra decodificación PDCCH exitosa comienza antes de que expire el temporizador de inactividad, el temporizador de inactividad puede reiniciarse (2). Después de que el temporizador de inactividad expire (3), el ciclo DRX puede comenzar y se puede aplicar el escalado dinámico de voltaje y frecuencia cuando, por ejemplo, el UE está en modo de suspensión o similar.

**[0110]** Otro aspecto a considerar para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia pueden ser las brechas de medición que ocurren cuando un módem LTE (por ejemplo, el dispositivo 300) detiene o interrumpe el tráfico activo de DL/UL y comienza a escanear células adyacentes. Durante el escaneo, se pueden realizar algunas operaciones. Una o más de esas operaciones pueden incluir el uso de una Transformada rápida de Fourier (FFT). Sin embargo, la FFT usada durante el escaneo puede ser más pequeña que una FFT usada durante un modo de transmisión/recepción activa (TX/RX). Por ejemplo, se puede usar una FFT de 64 puntos durante el escaneo y una FFT de 2048 puntos durante los modos TX/RX activos. Esto se debe a que la identificación de la capa física de la célula típicamente llega a un ancho de banda reducido ubicado centralmente alrededor de una frecuencia central. Se puede usar un reloj escalado para la FFT más pequeña durante el escaneo, que se puede combinar con el escalado de voltaje del módem digital del dispositivo UE y el subsistema de RF para proporcionar un mayor ahorro de energía.

**[0111]** La **FIG. 11C** muestra un diagrama 1100-b en el que una secuencia de trama 1130 ilustra varios aspectos del escalado dinámico de voltaje y frecuencia durante las brechas de medición. Como se muestra en la secuencia de trama 1130, puede surgir una brecha (por ejemplo, 6 ms) cada 40 ms u 80 ms, aproximadamente, durante un modo TX/RX conectado. La brecha en este ejemplo se muestra en conexión con un bloque A de seis subtramas en la trama N. Durante esta brecha, el dispositivo UE (por ejemplo, el UE 115) puede realizar mediciones entre frecuencias y notificar parámetros de señal. Como se señaló anteriormente, este tipo de estimación de señal se puede realizar utilizando una FFT de 64 puntos (donde reside el canal de radiodifusión primario del canal de capa física (P-SCH) y el canal de sincronización secundario (S-SCH)). El P-SCH y el S-SCH típicamente se refieren a las 72 subportadoras centrales. Cuando el escalado (por ejemplo, se aplica un modo escalado) implica escalar un reloj, el escalado también puede implicar el escalado de voltaje. El bloque B que se muestra en la FIG. 11C ilustra un bloque de cuatro subtramas en el que DCI0 puede no transmitirse porque un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) correspondiente puede caer dentro de la brecha de medición. Además, un bloque C de cuatro subtramas ilustra que un canal indicador físico híbrido-ARQ (PHICH) para las subtramas PUSCH 3, 4, 5 y 6 puede no transmitirse porque pueden estar dentro de la brecha de medición.

**[0112]** En otro aspecto relacionado con el uso del escalado dinámico de voltaje y frecuencia en LTE, uno o más de los esquemas o técnicas de escalado descritos en el presente documento pueden aplicarse a diversas características de OFDM/A o OFDMA. Por ejemplo, cuando se activa en un modo TX/RX, un UE (por ejemplo, el UE 115) puede realizar una FFT de banda ancha usando una FFT de 2048 puntos. Sin embargo, OFDM/A típicamente incorpora bloques de ancho de banda de menos de 20 MHz a través del acceso de frecuencia. Además, estos bloques pueden cambiar en cada subtrama. En general, los conjuntos de chips celulares usados para las aplicaciones OFDM/A tienden a funcionar a la velocidad de reloj más alta para realizar análisis de banda ancha para informar la indicación de calidad de canal (CQI) de banda ancha y subbandas. Sin embargo, es posible que no se necesite la notificación de CQI en todo momento y se puede aplicar el escalado dinámico de voltaje y frecuencia.

**[0113]** Por ejemplo, un UE (por ejemplo, el UE 115) en LTE puede no necesitar informar CQI de banda ancha. Entonces, al UE se le puede asignar un bloque de recursos (por ejemplo, un bloque de recursos físicos (PRB) de 0.5 ms y 12 subportadoras) de aproximadamente 5 MHz, por ejemplo, que es más pequeño que el ancho de banda total del sistema de 20 MHz. El UE puede detectar esta información en los primeros tres o cuatro símbolos OFDM (véase, por ejemplo, la FIG. 10). En tal caso, puede que no haya necesidad de operar en el reloj más alto para una concesión de DL. En cambio, puede ser posible escalar el reloj para procesar el pequeño ancho de banda de datos (por ejemplo, 5 MHz), que está desplazado de la frecuencia central, y escalar el voltaje durante la duración del PRB. Este enfoque puede no ser aplicable a los primeros tres o cuatro símbolos OFDM ya que esos símbolos se utilizan para obtener los datos de control, que son de banda ancha.

**[0114]** Los ejemplos descritos anteriormente pueden permitir que el UE esté inactivo en el dominio de frecuencia basándose en las características de OFDM/A. Luego, el escalado de reloj y/o voltaje puede realizarse a velocidad de línea y basándose en la asignación de PRB. El esquema anterior puede abandonarse para subtramas donde se requiere que el UE notifique un informe CQI de banda ancha al eNodo-B. Además, en el caso de una asignación de PRB distribuida, el reloj más alto seleccionado puede ser proporcional al ancho de banda más alto de los múltiples anchos de banda asociados con cada PRB distribuido.

**[0115]** A continuación, se proporciona información sobre LTE a través de su ancho de banda operativo en relación con la implementación de escalado dinámico de voltaje y frecuencia. Para al menos algunos de los modos (por ejemplo, anchos de banda de canal), para las 76 subportadoras centrales, se puede usar una FFT de 128 puntos. Sin embargo, para optimizar el proceso de búsqueda de células, la secuencia de sincronización primaria (PSS) y la secuencia de sincronización secundaria (SSS) se pueden transmitir en 64 subportadoras (por ejemplo, PBCH) para permitir el uso de una FFT de 64 puntos. Puede ser posible, entonces, operar a un reloj escalado de 1.92 MHz o inferior ya que el rango dinámico del reloj es bastante alto. Este enfoque puede proporcionar una gran flexibilidad al escalar el voltaje para las brechas de medición de búsqueda de células (véase, por ejemplo, la FIG. 11C). Un enfoque más general puede ser realizar una FFT de N puntos reducida, seleccionar un reloj de muestra mínima que sea necesario para realizar la FFT (por ejemplo, espaciado de frecuencia de subportadora  $\times$  N) según lo otorgado por el ancho de banda PRB, y escalar el voltaje al procesamiento de velocidad de línea de tráfico de DL/UL LTE. Este enfoque más general puede corresponder a la implementación de una función de suspensión en el dominio de la frecuencia.

**[0116]** Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 12**, se muestra un diagrama 1200 que ilustra un UE 115-b configurado para escalado dinámico de voltaje y frecuencia. El UE 115-b puede usarse con redes celulares (por ejemplo, LTE) y se conecta a través de estaciones base, y/o en comunicaciones WLAN o Wi-Fi y se conecta a través de un punto de acceso, por ejemplo. El UE 115-b puede tener otras configuraciones diversas y se puede incluir o formar parte de un ordenador personal (por ejemplo, un ordenador portátil, un ordenador plegable, un ordenador de tableta, etc.), un teléfono móvil, un PDA, una grabadora de vídeo digital (DVR), un dispositivo de Internet, una consola de juegos, un lector electrónico, etc. El UE 115-v puede tener una fuente de alimentación interna (no mostrada), tal como una batería pequeña, para facilitar el funcionamiento móvil. El UE 115-b puede ser un ejemplo de los equipos de usuario 115 de la FIG. 1 y la FIG. 2. El UE 115-b puede incluir el dispositivo 300 de la FIG. 3, los dispositivos 810 y 810-a de la FIG. 8A y la FIG. 8B, y/o los dispositivos 910 y 910-a de la FIG. 9A y la FIG. 9B. El UE 115-b puede

denominarse un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, un equipo de usuario o una estación en algunos casos.

**[0117]** El UE 115-b puede incluir antenas 1260, un módulo transceptor 1250, una memoria 1220, un módulo de procesador 1210 y un módulo de interfaz 1245, cada uno de los cuales puede estar en comunicación, directa o indirectamente, con los otros (por ejemplo, a través de uno o más buses). El módulo transceptor 1250 puede configurarse para comunicarse bidireccionalmente, a través de las antenas 1260, y/o uno o más enlaces por cable o inalámbricos, con una o más redes, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el módulo transceptor 1250 puede estar configurado para comunicarse bidireccionalmente con las estaciones base 105 de la FIG. 1 y/o los puntos de acceso 120 y 120-a de la FIG. 1 y la FIG. 2. El módulo transceptor 1250 se puede implementar como un módulo transmisor y un módulo receptor separado. El módulo transceptor 1250 puede incluir un módem configurado para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas 1260 para su transmisión, y para demodular los paquetes recibidos desde las antenas 1260. El módem puede incluir al menos una parte del dispositivo 300 descrito con respecto a la FIG. 3. Aunque el UE 115-b puede incluir una sola antena, puede haber modos de realización en los que el UE 115-b puede incluir múltiples antenas 1260.

**[0118]** La memoria 1220 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM) y una memoria de solo lectura (ROM). La memoria 1220 puede almacenar código de software ejecutable por ordenador y legible por ordenador 1225, que contiene instrucciones que están configuradas para, cuando se ejecutan, hacer que el módulo de procesador 1210 realice o controle diversas funciones descritas en el presente documento para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia. De forma alternativa, el código de software 1225 puede no ser ejecutable directamente por el módulo de procesador 1210 sino configurarse para hacer que el ordenador (por ejemplo, al compilarse y ejecutarse), realice las funciones descritas en el presente documento.

**[0119]** El módulo de procesador 1210 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, por ejemplo, una unidad de procesamiento central (CPU) tal como las fabricadas por la Corporación Intel® o AMD®, un microcontrolador, un ASIC, etc. El módulo de procesador 1210 puede procesar la información recibida a través del módulo transceptor 1250 y/o información a enviar al módulo transceptor 1250 para su transmisión a través de las antenas 1260. El módulo de procesador 1210 puede manipular, solo o en relación con el módulo DVFS 1230, diversos aspectos del escalado dinámico de voltaje y frecuencia.

**[0120]** De acuerdo con la arquitectura de la FIG. 12, el UE 115-b puede incluir, además, un módulo de gestión de comunicaciones 1240. El módulo de gestión de comunicaciones 1240 puede gestionar comunicaciones con otros equipos de usuario 115, con varias estaciones base (por ejemplo, macrocélulas, células pequeñas) y/o con varios puntos de acceso. A modo de ejemplo, el módulo de gestión de comunicaciones 1240 puede ser un componente del UE 115-b en comunicación con algunos de, o todos, los otros componentes del UE 115-b mediante un bus (como se muestra en la FIG. 12). De forma alternativa, la funcionalidad del módulo de gestión de comunicaciones 1240 se puede implementar como un componente del módulo transceptor 1250, como un producto de programa informático y/o como uno o más elementos de controlador del módulo de procesador 1210.

**[0121]** Los componentes del UE 115-b pueden configurarse para implementar los aspectos analizados anteriormente con respecto a los dispositivos 300, 810, 810-a, 910, y 910-a, y esos aspectos no se repetirán aquí en aras de la brevedad. Los componentes del UE 115-b pueden configurarse para implementar aspectos analizados anteriormente con respecto a los diagramas de la FIG. 4A, FIG. 4B, FIG. 4C, FIG. 4E, FIG. 5 y FIG. 6. Además, los componentes para el UE 115-b pueden configurarse para implementar aspectos analizados a continuación con respecto a los procedimientos 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 y 2100 de la FIG. 16, FIG. 17, FIG. 18. La FIG. 19, la FIG. 20 y la FIG. 21 respectivamente, y esos aspectos pueden no repetirse aquí también por razones de brevedad.

**[0122]** El UE 115-b también puede incluir el módulo DVFS 1230, que, como se describió anteriormente, puede configurarse para manejar diversos aspectos del escalado dinámico de voltaje y frecuencia. El módulo DVFS 1230 puede incluir un módulo de ajuste de voltaje 1232. El módulo de ajuste de voltaje 1232 puede realizar uno o más aspectos de funcionamiento a un primer nivel de voltaje en el UE 115-b; detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y determinar si hacer la transición a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada. La métrica de trama puede incluir una o más de una categoría de rendimiento, un destino de un paquete, una concesión de transmisión y una concesión de recepción. El módulo de ajuste de voltaje 1232 puede realizar uno o más aspectos para determinar un ancho de banda a usar en el UE 115-b a partir de múltiples anchos de banda soportados por el UE 115-b; identificar un nivel de voltaje para usar en el UE 115-b basándose en el ancho de banda determinado; y escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado. El módulo de ajuste de voltaje 1232 puede configurarse para realizar ajustes de frecuencia de reloj digital que corresponden a los ajustes de voltaje. Por ejemplo, el módulo de ajuste de voltaje 1232 puede usar un nivel de voltaje aumentado para producir una frecuencia de reloj digital más alta y puede usar un nivel de voltaje reducido para producir una frecuencia de reloj digital más baja.

**[0123]** El UE 115-b también puede incluir el módulo de interfaz 1245, que puede configurarse para incluir un puente PCIe/USB/SDIO para el canal de datos entre el módulo de procesador 1210 y una parte del UE 115-b que realiza operaciones de capa MAC. El módulo de interfaz 1245 puede ser un ejemplo del módulo de interfaz 315 de la FIG. 3.

**[0124]** Pasando a la **FIG. 13**, se muestra un diagrama 1300 que ilustra un dispositivo de red 1305. En algunos modos de realización, el dispositivo de red 1305 puede ser un ejemplo de las estaciones base 105 de la FIG. 1 y/o los puntos de acceso 120 y 120-a de la FIG. 1 y la FIG. 2. El dispositivo de red 1305 puede usarse en una red celular (por ejemplo, LTE) o para comunicaciones WLAN o Wi-Fi. El dispositivo de red 1305 puede incluir antenas 1360, módulos transceptores 1350, una memoria 1320 y un módulo de procesador 1310, cada uno de los cuales puede estar en comunicación, directa o indirectamente, con los otros (por ejemplo, a través de uno o más buses). Los módulos transceptores 1350 pueden estar configurados para comunicarse bidireccionalmente, mediante las antenas 1360, con uno o más equipos de usuario tales como el UE 115-b de la FIG. 12. Los módulos transceptores 1350 (y/u otros componentes del dispositivo de red 1305) también se pueden configurar para comunicarse bidireccionalmente con una o más redes. En algunos casos, el dispositivo de red 1305 puede comunicarse con la red central 130-a mediante el módulo de comunicaciones de red 1370. La red central 130-a puede ser un ejemplo de la red central 130 de la FIG. 1. El dispositivo de red 1305 puede ser un ejemplo de una estación base de eNodoB, una estación base de eNodoB doméstico, una estación base de nodoB y/o una estación base de nodoB doméstico. El dispositivo de red 1305 también puede ser un ejemplo de un punto de acceso.

**[0125]** El dispositivo de red 1305 también puede comunicarse con otros dispositivos de red, tales como el dispositivo de red 1305-a y el dispositivo de red 1305-b. En un ejemplo, el dispositivo de red 1305-a puede ser otro punto de acceso. En otro ejemplo, el dispositivo de red 1305-b puede ser una estación base a través de la cual el dispositivo de red 1305 puede establecer una conexión celular. Cada uno de los dispositivos de red 1305, 12305-a y 1305-b puede comunicarse con un equipo de usuario usando diferentes tecnologías de comunicaciones inalámbricas, como diferentes tecnologías de acceso por radio. En algunos casos, el dispositivo de red 1305 puede comunicarse con otros dispositivos de red usando un módulo de comunicaciones de dispositivo de red 1380. En algunos modos de realización, el módulo de comunicaciones de dispositivo de red 1380 puede proporcionar una interfaz X2 dentro de una tecnología de comunicación inalámbrica de LTE para proporcionar comunicación entre algunos de los dispositivos de red. En algunos modos de realización, el dispositivo de red 1305 puede comunicarse con otros dispositivos de red a través de la red central 130-a.

**[0126]** La memoria 1320 puede incluir RAM y ROM. La memoria 1320 puede almacenar código de software legible por ordenador y ejecutable por ordenador 1322, que contiene instrucciones que están configuradas para, cuando se ejecutan, hacer que el módulo de procesador 1310 realice diversas funciones descritas en el presente documento para el escalado dinámico de voltaje y frecuencia. De forma alternativa, el código de software 1322 puede no ser ejecutable directamente por el módulo de procesador 1310 sino configurarse para hacer que el ordenador, por ejemplo, al compilarse y ejecutarse, realice las funciones descritas en el presente documento.

**[0127]** El módulo de procesador 1310 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, por ejemplo, una CPU, un microcontrolador, un ASIC, etc. El módulo de procesador 1310 puede procesar la información recibida a través de los módulos transceptores 1350, el módulo de comunicaciones de dispositivo de red 1380 y/o el módulo de comunicaciones de red 1370. El módulo de procesador 1310 también puede procesar información a enviar a los módulos transceptores 1350 para su transmisión, a través de las antenas 1360, al módulo de comunicaciones de dispositivo de red 1380 y/o al módulo de comunicaciones de red 1370. El módulo de procesador 1310 puede manipular, solo o en relación con el módulo DVFS 1330, diversos aspectos del escalado dinámico de voltaje y frecuencia.

**[0128]** Los módulos transceptores 1350 pueden incluir un módem configurado para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas 1360 para su transmisión, y para demodular los paquetes recibidos desde las antenas 1360. El módem puede incluir al menos una parte del dispositivo 300 descrito anteriormente con referencia a la FIG. 3. Los módulos transceptores 1350 se pueden implementar como un módulo transmisor y un módulo receptor separado.

**[0129]** De acuerdo con la arquitectura de la FIG. 13, el dispositivo de red 1305 puede incluir, además, un módulo de gestión de comunicaciones 1340. El módulo de gestión de comunicaciones 1340 puede gestionar las comunicaciones con otros dispositivos de red. A modo de ejemplo, el módulo de gestión de comunicaciones 1340 puede ser un componente del dispositivo de red 1305 en comunicación con algunos de, o todos, los otros componentes del dispositivo de red 1305 mediante un bus (como se muestra en la FIG. 13). De forma alternativa, la funcionalidad del módulo de gestión de comunicaciones 1350 se puede implementar como un componente de los módulos transceptores 1350, como un producto de programa informático y/o como uno o más elementos de controlador del módulo de procesador 1310.

**[0130]** Los componentes para el dispositivo de red 1305 pueden configurarse para implementar los aspectos analizados anteriormente con respecto a los dispositivos 300, 810, 810-a, 910, y 910-a y esos aspectos no se repetirán aquí en aras de la brevedad. Los componentes del dispositivo de red 1305 pueden configurarse para implementar aspectos analizados anteriormente con respecto a los diagramas de la FIG. 4A, FIG. 4B, FIG. 4C, FIG. 4E, FIG. 5 y FIG. 6. Además, los componentes para el dispositivo de red 1305 pueden configurarse para implementar aspectos analizados a continuación con respecto a los procedimientos 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 y 2100 de la FIG. 16, FIG. 17, FIG. 18. La FIG. 19, la FIG. 20 y la FIG. 21 respectivamente, y esos aspectos pueden no repetirse aquí también

por razones de brevedad.

**[0131]** El dispositivo de red 1305 también puede incluir el módulo DVFS 1330, que como se describió anteriormente, puede configurarse para manejar diversos aspectos del escalado dinámico de voltaje y frecuencia. El módulo DVFS 1330 puede incluir un módulo de ajuste de voltaje 1332. El módulo de ajuste de voltaje 1332 puede realizar uno o más aspectos de funcionamiento a un primer nivel de voltaje en el dispositivo de red 1305; detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y determinar si hacer la transición a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada. La métrica de trama puede incluir una o más de una categoría de rendimiento, un destino de un paquete, una concesión de transmisión y una concesión de recepción. El módulo de ajuste de voltaje 1332 puede realizar uno o más aspectos para determinar un ancho de banda usar en el dispositivo de red 1305 de entre múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo de red 1305; identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de red 1305 basándose en el ancho de banda determinado; y escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado. El módulo de ajuste de voltaje 1332 puede configurarse para realizar ajustes de frecuencia de reloj digital que corresponden a los ajustes de voltaje. Por ejemplo, el módulo de ajuste de voltaje 1332 puede usar un nivel de voltaje incrementado para producir una frecuencia de reloj digital más alta y puede usar un nivel de voltaje reducido para producir una frecuencia de reloj digital más baja.

**[0132]** La FIG. 14A muestra un diagrama 1400 que ilustra un módulo DVFS 1410, que puede ser un ejemplo del módulo DVFS 1230 de la FIG. 12 y el módulo DVFS 1330 de la FIG. 13. El módulo DVFS 1410 puede incluir un módulo de ajuste intratrama 1420 y un módulo de ajuste de ancho de banda 1430. El módulo DVFS, o al menos partes del mismo, puede ser un procesador.

**[0133]** El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para operar a un primer nivel de voltaje en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, para detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida, y para determinar si debe pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada. La métrica de trama puede incluir una o más de una categoría de rendimiento, un destino de un paquete, una concesión de transmisión y una concesión de recepción.

**[0134]** El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para escalar desde el primer nivel de voltaje hasta el segundo nivel de voltaje, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje. El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para escalar desde el segundo nivel de voltaje hasta el primer nivel de voltaje para una siguiente trama recibida después de procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el segundo nivel de voltaje. La detección realizada por el módulo de ajuste intratrama 1420 puede incluir la detección de la métrica de trama dentro de un preámbulo de la trama recibida. En algunos modos de realización, el uno o más paquetes en la trama recibida es un paquete IEEE 802.11ac. Además, el uno o más paquetes pueden ser un paquete VHT, y la detección realizada por el módulo de ajuste intratrama 1420 incluye la detección de la métrica de trama durante el VHT-STF del paquete VHT recibido. El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para escalar desde el primer nivel de voltaje hasta el segundo nivel de voltaje dentro del paquete VHT, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje.

**[0135]** El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para determinar si la trama está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas y para operar al primer nivel de voltaje cuando la trama no está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En algunos modos de realización, la determinación incluye identificar una parte MAC de la trama y determinar un destino de la trama desde la parte MAC de la trama. En otros modos de realización, la determinación incluye identificar un campo pAID o un campo GID en la trama, y determinar un destino de la trama desde el campo pAID o el campo GID.

**[0136]** El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para manejar paquetes HT y escalar desde el primer nivel de voltaje hasta el segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del paquete HT, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje. El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para manejar un paquete heredado y para mantener el primer nivel de voltaje para procesar el paquete heredado.

**[0137]** El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para identificar un ancho de banda asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida, y para escalar desde el primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda identificado. El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para identificar un ancho de banda diferente asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida, y para escalar desde el segundo nivel de voltaje a un tercer nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda diferente identificado. El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para escalar desde una primera frecuencia de reloj a una segunda frecuencia de reloj basándose en la métrica de trama, donde la segunda frecuencia de reloj es mayor que la primera frecuencia de reloj. El escalado de voltaje por el módulo de ajuste intratrama 1420 puede dar como resultado un escalado de frecuencia de reloj digital correspondiente.

**[0138]** En algunos modos de realización, la trama es una subtrama LTE que tiene una primera ranura y una segunda ranura, donde la primera ranura incluye una región con información PDCCH, y el módulo de ajuste intratrama 1420

puede configurarse para detectar la métrica de trama desde dentro de la región en la primera ranura. La métrica de trama puede ser un ancho de banda asociado con uno o más paquetes de la trama recibida. El módulo de ajuste intratrama 1420 puede determinar a partir de la métrica de trama si una parte de la trama debe ser decodificada por un módem LTE, y puede escalar desde el primer voltaje al segundo voltaje para procesar la parte de la trama cuando se determina que la parte de la trama no debe ser decodificada por el módem LTE. El módulo de ajuste intratrama 1420 puede configurarse para aplicar el segundo nivel de voltaje a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones inalámbricas.

**[0139]** El módulo de ajuste de ancho de banda 1430 puede configurarse para determinar un ancho de banda que se usará en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre múltiples anchos de banda compatibles con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas, para identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado, y escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama. El escalado de voltaje por el módulo de ajuste de ancho de banda 1430 puede dar como resultado un escalado de frecuencia de reloj digital correspondiente. En algunos modos de realización, el módulo de ajuste de ancho de banda 1430 está configurado para transmitir la trama mientras funciona al nivel de voltaje escalado. En otros modos de realización, el módulo de ajuste de ancho de banda 1430 está configurado para recibir la trama que tiene uno o más paquetes, y para procesar al menos una parte de uno o más paquetes de la trama recibida en el nivel de voltaje escalado. El módulo de ajuste de ancho de banda 1430 puede configurarse para recibir la trama que tiene uno o más paquetes, detectar, dentro de la trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida, y procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el nivel de voltaje escalado basándose en la métrica de trama y el ancho de banda determinado. Cada uno de los anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede tener un nivel de voltaje correspondiente que es diferente del nivel de voltaje de otro ancho de banda, y el nivel de voltaje identificado puede ser el nivel de voltaje correspondiente al ancho de banda determinado.

**[0140]** El módulo de ajuste de ancho de banda 1430 puede configurarse para ajustar, basándose en el ancho de banda determinado, uno o más relojes PHY usados por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En algunos modos de realización, la determinación realizada por el módulo de ajuste de ancho de banda 1430 puede incluir determinar el ancho de banda a usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en las condiciones del canal asociadas con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En algunos modos de realización, el escalado realizado por el módulo de ajuste de ancho de banda 1430 puede incluir el escalado al nivel de voltaje identificado desde un nivel de voltaje correspondiente a un ancho de banda diferente del ancho de banda determinado. El módulo de ajuste de ancho de banda 1430 puede configurarse para aplicar el nivel de voltaje escalado a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones inalámbricas.

**[0141]** Los componentes del módulo DVFS 1400 se pueden implementar, individual o colectivamente, con uno o más ASIC adaptados para realizar algunas de, o todas, las funciones aplicables en hardware. Cada uno de los módulos señalados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con el funcionamiento del módulo DVFS 1400.

**[0142]** Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 14B**, un diagrama 1400-a que ilustra un módulo DVFS 1410-a, que puede ser un ejemplo del módulo DVFS 1230 de la FIG. 12, el módulo DVFS 1330 de la FIG. 13, y el módulo DVFS 1410 de la FIG. 14A. El módulo DVFS 1410-a puede incluir un módulo de ajuste intratrama 1420-a y un módulo de ajuste de ancho de banda 1430-a. El módulo de ajuste intratrama 1420-a puede ser un ejemplo del módulo de ajuste intratrama 1420 de la FIG. 14A. De modo similar, el módulo de ajuste de ancho de banda 1430-a puede ser un ejemplo del módulo de ajuste de ancho de banda 1430 de la FIG. 14A. El módulo DVFS 1410-a, o al menos partes del mismo, puede ser un procesador.

**[0143]** El módulo de ajuste intratrama 1420-a puede incluir un módulo de ajuste de voltaje 1421, un módulo de ajuste de frecuencia/reloj 1422, un módulo de detección de propiedad/tipo de paquete 1423, un módulo de destino de paquete 1424 y un módulo de identificación de ancho de banda 1425. El módulo de ajuste de voltaje 1421 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la identificación, selección, escalado, modificación o ajuste de niveles de voltaje. El módulo de ajuste de frecuencia/reloj 1422 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la identificación, selección, escalado, modificación o ajuste de frecuencias y/o relojes. El ajuste de frecuencias y/o relojes puede corresponder al ajuste de voltajes por el módulo de ajuste de voltaje 1421. El módulo de detección de propiedad/tipo de paquete 1423 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la determinación e identificación de propiedades y tipos de paquete, que incluyen, entre otros, métricas de trama, categorías de rendimiento, anchos de banda y concesiones. El módulo de destino de paquetes 1424 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la inspección, identificación y determinación de información de destino para un paquete o trama. El módulo de identificación de ancho de banda 1425 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la identificación de uno o más anchos de banda y/o información correspondiente tal como niveles de voltaje.

**[0144]** El módulo de ajuste de ancho de banda 1430-a puede incluir un módulo de ajuste de voltaje 1431, un módulo

de ajuste de frecuencia/reloj 1432, un módulo de detección de propiedad/tipo de paquete 1433, un módulo de detección de condiciones de canal 1434 y un módulo de identificación de ancho de banda 1435. El módulo de ajuste de voltaje 1431 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la identificación, selección, escalado, modificación o ajuste de niveles de voltaje. El módulo de ajuste de frecuencia/reloj 1432 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la identificación, selección, escalado, modificación o ajuste de frecuencias y/o relojes. El ajuste de frecuencias y/o relojes puede corresponder al ajuste de voltajes por el módulo de ajuste de voltaje 1431. El módulo de detección de propiedad/tipo de paquete 1433 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la determinación e identificación de tipos y propiedades de paquete, que incluyen, entre otros, métricas de trama, categorías de rendimiento, anchos de banda y concesiones. El módulo de condiciones de canal 1434 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con determinar las condiciones de canal para la selección de un ancho de banda de comunicación. El módulo de identificación de ancho de banda 1435 puede configurarse para realizar diversos aspectos descritos en el presente documento relacionados con la identificación de uno o más anchos de banda y/o información correspondiente tal como niveles de voltaje.

**[0145]** Los componentes del módulo DVFS 1400-a se pueden implementar, individual o colectivamente, utilizando uno o más ASIC adaptados para realizar algunas de, o todas, las funciones aplicables en hardware. Cada uno de los módulos señalados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con el funcionamiento del módulo DVFS 1400-a.

**[0146]** Pasando a la **FIG. 15**, se muestra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación 1500 de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) que incluye un dispositivo de red 1505 y un UE 115-c. El dispositivo de red 1505 puede ser un ejemplo de las estaciones base 105 de la FIG. 1, los puntos de acceso 120 y 120-a de la FIG. 1 y la FIG. 2, y el dispositivo de red 1305 de la FIG. 13. El UE 115-c puede ser un ejemplo de los equipos de usuario 115 y 115-a de la FIG. 1 y la FIG. 2 y el UE 115-b de la FIG. 12. El sistema 1500 puede ilustrar aspectos de las redes de la FIG. 1 y la FIG. 2. El dispositivo de red 1505 puede estar equipado con antenas 1534-a a 1534-x, y el UE 115-c puede estar equipado con antenas 1552-a a 1552-n. En el sistema 1500, el dispositivo de red 1505 puede enviar datos por múltiples enlaces de comunicación al mismo tiempo. Cada enlace de comunicación se puede denominar "capa" y el "rango" del enlace de comunicación puede indicar el número de capas usadas para la comunicación. Por ejemplo, en un sistema MIMO 2x2 en el que el dispositivo de red 1505 transmite dos "capas", el rango del enlace de comunicación entre el dispositivo de red 1505 y el UE 115-c es dos.

**[0147]** En el dispositivo de red 1505, un procesador de transmisión (Tx) 1520 puede recibir datos de una fuente de datos. El procesador de transmisión 1520 puede procesar los datos. El procesador de transmisión 1520 también puede generar símbolos de referencia, y una señal de referencia específica de célula. Un procesador de transmisión (Tx) MIMO 1530 puede realizar un procesamiento espacial (por ejemplo, precodificación) en símbolos de datos, símbolos de control y/o símbolos de referencia, cuando proceda, y puede proporcionar flujos de símbolos de salida a los moduladores de transmisión 1532-a a 1532-x. Cada modulador 1532 puede procesar un respectivo flujo de símbolos de salida (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 1532 puede procesar adicionalmente (por ejemplo, convertir a analógico, amplificar, filtrar y aumentar en frecuencia) el flujo de muestras de salida para obtener una señal de enlace descendente (DL). En un ejemplo, las señales de DL desde los moduladores 1532-a a 1532-x se pueden transmitir por medio de las antenas 1534-a a 1534-x, respectivamente.

**[0148]** En el UE 115-c, las antenas de UE 1552-a a 1552-n pueden recibir las señales de DL del dispositivo de red 1505 y pueden proporcionar las señales recibidas a los demoduladores 1554-a a 1554-n, respectivamente. Cada demodulador 1554 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, disminuir en frecuencia y digitalizar) una respectiva señal recibida para obtener muestras de entrada. Cada demodulador 1554 puede procesar, además, las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector de MIMO 1556 puede obtener símbolos recibidos desde todos los demoduladores 1554-a a 1554-n, realizar la detección de MIMO en los símbolos recibidos, si fuera aplicable, y proporcionar los símbolos detectados. Un procesador de recepción (Rx) 1558 puede procesar (por ejemplo, demodular, desentrelazar y decodificar) los símbolos detectados, proporcionar los datos decodificados para el UE 115-c a una salida de datos, y proporcionar información de control decodificada a un procesador 1580, o una memoria 1582. El procesador 1580 puede incluir un módulo 1581 que puede realizar funciones relacionadas con el escalado dinámico de voltaje y frecuencia (por ejemplo, DVFS intratrama).

**[0149]** En el enlace ascendente (UL), en el UE 115-c, un procesador de transmisión (Tx) 1564 puede recibir y procesar datos de un origen de datos. El procesador de transmisión 1564 también puede generar símbolos de referencia para una señal de referencia. Los símbolos desde el procesador de transmisión 1564 pueden ser precodificados por un procesador de transmisión (Tx) MIMO 1566, si corresponde, ser procesados adicionalmente por los demoduladores 1554-a a 1554-n (por ejemplo, para el SC-FDMA, etc.) y ser transmitidos al dispositivo de red 1505 de acuerdo con los parámetros de transmisión recibidos desde el dispositivo de red 1505. En el dispositivo de red 1505, las señales de UL del UE 115-c se pueden recibir por las antenas 1534, procesarse por los demoduladores 1532, detectarse por un detector MIMO 1536, si fuera aplicable, y procesarse, además, por un procesador de recepción. El procesador de recepción (Rx) 1538 puede proporcionar datos decodificados a una salida de datos y al procesador 1540. El procesador 1540 puede incluir un módulo 1541 que puede realizar funciones relacionadas con el

escalado dinámico de voltaje y frecuencia (por ejemplo, DVFS intratrama). Los componentes del dispositivo de red 1505 se pueden implementar, individual o colectivamente, utilizando uno o más ASIC adaptados para realizar algunas de, o todas, las funciones aplicables en hardware. Cada uno de los módulos señalados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con el funcionamiento del sistema 1500. De manera similar, los componentes del UE 115-c pueden, individual o colectivamente, implementarse con uno o más ASIC adaptados para realizar algunas de, o todas, las funciones aplicables en hardware. Cada uno de los componentes señalados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con el funcionamiento del sistema 1500.

**[0150]** Las redes de comunicación que se pueden adaptar a algunos de los diversos modos de realización divulgados pueden ser redes basadas en paquetes que funcionan de acuerdo con una pila de protocolos por capas. Por ejemplo, las comunicaciones en la capa portadora, o del Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes (PDCP), pueden estar basadas en IP. Una capa de control de enlace de radio (RLC) puede realizar la segmentación y el reensamblaje de paquetes para comunicarse a través de canales lógicos. Una capa MAC puede llevar a cabo la gestión de prioridades y el multiplexado de canales lógicos en canales de transporte. La capa MAC también puede usar ARQ híbrida (HARQ) para proporcionar retransmisión en la capa MAC para mejorar la eficacia del enlace. En la capa PHY, los canales de transporte pueden correlacionarse con canales físicos.

**[0151]** Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 16**, se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 1600 de ejemplo para un escalado dinámico de voltaje y frecuencia intratrama. El procedimiento 1600 puede realizarse usando, por ejemplo, los equipos de usuario 115 de la FIG. 1, la FIG. 2, la FIG. 2, y la FIG. 15; los puntos de acceso 120 de la FIG. 1 y la FIG. 2, los dispositivos de red 1305 y 1505 de la FIG. 13 y la FIG. 15; los dispositivos 300, 810, 810-a, 910 y 910-a de la FIG. 3, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 9A y la FIG. 9B; y/o los módulos DVFS 1230, 1330, 1410 y 1410-a de la FIG. 12, la FIG. 13, la FIG. 14A y la FIG. 14B.

**[0152]** En el bloque 1605, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, los AP 120, las estaciones base 105) puede operar a un primer nivel de voltaje. En el bloque 1610, se puede detectar una métrica de trama (por ejemplo, categoría de rendimiento, ancho de banda, concesión, destino) asociada con uno o más paquetes de una trama recibida dentro de la trama. En el bloque 1615, se realiza una determinación sobre si hacer la transición a un segundo voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la categoría de transmisión detectada.

**[0153]** En algunos modos de realización del procedimiento 1600, el primer nivel de voltaje se escala al segundo nivel de voltaje, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje. El procedimiento puede incluir escalar desde el segundo nivel de voltaje hasta el primer nivel de voltaje para una siguiente trama recibida después de procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el segundo nivel de voltaje. El procedimiento puede incluir detectar la métrica de trama dentro de un preámbulo de la trama recibida. En algunos modos de realización, el uno o más paquetes en la trama recibida son paquetes IEEE 802.11ac. Además, el uno o más paquetes pueden ser paquetes VHT, y la detección puede incluir detectar la métrica de trama durante el VHT-STF del paquete VHT recibido. El procedimiento puede incluir escalar desde el primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje dentro del paquete VHT, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje.

**[0154]** En algunos modos de realización del procedimiento 1600, el procedimiento puede incluir determinar si la trama está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas y operar al primer nivel de voltaje cuando la trama no está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En algunos modos de realización, la determinación incluye identificar una parte MAC de la trama y determinar un destino de la trama desde la parte MAC de la trama (por ejemplo, MAC RA). En otros modos de realización, la determinación incluye identificar un campo pAID o un campo GID en la trama, y determinar un destino de la trama desde el campo pAID o el campo GID.

**[0155]** En algunos modos de realización del procedimiento 1600, pueden manejarse los paquetes HT y el escalado incluye escalar desde el primer nivel de voltaje hasta el segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del paquete HT, donde el segundo nivel de voltaje es mayor que el primer nivel de voltaje. En algunos casos, se pueden manejar paquetes heredados y el procedimiento incluye mantener el primer nivel de voltaje para procesar el paquete heredado.

**[0156]** En algunos modos de realización del procedimiento 1600, el procedimiento incluye identificar un ancho de banda asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida, y escalar desde el primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda identificado. El procedimiento puede incluir identificar un ancho de banda diferente asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida, y escalar desde el segundo nivel de voltaje a un tercer nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda diferente identificado. El procedimiento puede incluir escalar desde una primera frecuencia de reloj a una segunda frecuencia de reloj basándose en la métrica de trama, donde la segunda frecuencia de reloj es mayor que la primera frecuencia de reloj.

**[0157]** En algunos modos de realización del procedimiento 1600, la trama es una subtrama LTE que tiene una primera ranura y una segunda ranura, donde la primera ranura incluye una región con información PDCCH, y el procedimiento incluye detectar la métrica de trama desde dentro de la región en la primera ranura. La métrica de trama

puede ser un ancho de banda asociado con uno o más paquetes de la trama recibida. El procedimiento puede incluir la aplicación del segundo nivel de voltaje a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones inalámbricas.

**[0158]** Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 17**, se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 1700 de ejemplo para un escalado dinámico de voltaje y frecuencia intratrama. El procedimiento 1700, como el procedimiento 1600 anterior, puede realizarse usando, por ejemplo, los equipos de usuario 115 de la FIG. 1, la FIG. 2, la FIG. 2, y la FIG. 15; los puntos de acceso 120 de la FIG. 1 y la FIG. 2, los dispositivos de red 1305 y 1505 de la FIG. 13 y la FIG. 15; los dispositivos 300, 810, 810-a, 910 y 910-a de la FIG. 3, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 9A y la FIG. 9B; y/o los módulos DVFS 1230, 1330, 1410 y 1410-a de la FIG. 12, la FIG. 13, la FIG. 14A y la FIG. 14B.

**[0159]** En el bloque 1705, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, los AP 120, las estaciones base 105) puede operar a un primer nivel de voltaje. En el bloque 1710, una métrica de trama (por ejemplo, categoría de rendimiento, ancho de banda, concesión, destino) asociada con uno o más paquetes de una trama recibida puede detectarse dentro de la trama. En el bloque 1715, el primer nivel de voltaje se escala a un segundo nivel de voltaje, donde el valor del segundo nivel de voltaje se basa en la métrica de trama detectada. En el bloque 1720, el dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede funcionar al segundo nivel de voltaje hasta que se procese al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida.

**[0160]** Pasando a la **FIG. 18**, se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 1800 de ejemplo para un escalado dinámico de voltaje y frecuencia intratrama. El procedimiento 1800, como los procedimientos 1600 y 1700 anteriores, puede realizarse usando, por ejemplo, los equipos de usuario 115 de la FIG. 1, la FIG. 2, la FIG. 2, y la FIG. 15; los puntos de acceso 120 de la FIG. 1 y la FIG. 2, los dispositivos de red 1305 y 1505 de la FIG. 13 y la FIG. 15; los dispositivos 300, 810, 810-a, 910 y 910-a de la FIG. 3, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 9A y la FIG. 9B; y/o los módulos DVFS 1230, 1330, 1410 y 1410-a de la FIG. 12, la FIG. 13, la FIG. 14A y la FIG. 14B.

**[0161]** En el bloque 1805, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, los AP 120, las estaciones base 105) puede funcionar a un primer nivel de voltaje. En el bloque 1810, una métrica de trama (por ejemplo, categoría de rendimiento, ancho de banda, concesión, destino) asociada con uno o más paquetes de una trama recibida puede detectarse dentro de la trama. En el bloque 1815, el primer nivel de voltaje se escala a un segundo nivel de voltaje, donde el valor del segundo nivel de voltaje se basa en la métrica de trama detectada. En el bloque 1820, el dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede operar al segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida. En el bloque 1825, se puede determinar si uno o más paquetes de la trama recibida están destinados o dirigidos al dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En 1830, el segundo nivel de voltaje puede reducirse al primer nivel de voltaje cuando uno o más paquetes están destinados a un dispositivo diferente.

**[0162]** Haciendo referencia a continuación a la **FIG. 19**, se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 1900 de ejemplo para escalado dinámico de voltaje y frecuencia. El procedimiento 1900, como los procedimientos 1600, 1700 y 1800 anteriores, se puede realizar usando, por ejemplo, los equipos de usuario 115 de la FIG. 1, la FIG. 2, la FIG. 2, y la FIG. 15; los puntos de acceso 120 de la FIG. 1 y la FIG. 2, los dispositivos de red 1305 y 1505 de la FIG. 13 y la FIG. 15; los dispositivos 300, 810, 810-a, 910 y 910-a de la FIG. 3, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 9A y la FIG. 9B; y/o los módulos DVFS 1230, 1330, 1410 y 1410-a de la FIG. 12, la FIG. 13, la FIG. 14A y la FIG. 14B.

**[0163]** En el bloque 1905, un ancho de banda a usar por un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, los AP 120, las estaciones base 105) puede determinarse a partir de múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En el bloque 1910, se identifica un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basado en el ancho de banda determinado. En el bloque 1915, un nivel de voltaje se escala al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.

**[0164]** En algunos modos de realización del procedimiento 1900, el procedimiento incluye transmitir la trama mientras se opera al nivel de voltaje escalado. El procedimiento puede incluir recibir la trama que tiene uno o más paquetes, y procesar al menos una parte de uno o más paquetes de la trama recibida al nivel de voltaje escalado. El procedimiento puede incluir recibir la trama que tiene uno o más paquetes, detectar, dentro de la trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida, y procesar al menos una parte de uno o más paquetes de la trama recibida en el nivel de voltaje escalado basado en la métrica de trama y el ancho de banda determinado. Cada uno de los anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede tener un nivel de voltaje correspondiente que es diferente del nivel de voltaje de otro ancho de banda, y el nivel de voltaje identificado puede ser el nivel de voltaje correspondiente al ancho de banda determinado.

**[0165]** En algunos modos de realización del procedimiento 1900, el procedimiento incluye ajustar, basándose en el ancho de banda determinado, uno o más relojes PHY usados por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. La determinación puede incluir determinar el ancho de banda que se usará en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en las condiciones del canal asociadas con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En algunos modos de realización, el escalado puede incluir el escalado al nivel de voltaje identificado desde un nivel de voltaje correspondiente a un ancho de banda diferente del ancho de banda determinado. El procedimiento puede incluir la aplicación del nivel de voltaje escalado a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones

inalámbricas.

[0166] Pasando a la FIG. 20, se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 2000 de ejemplo para un escalado dinámico de voltaje y frecuencia. El procedimiento 2000, como los procedimientos 1600, 1700, 1800 y 1900 anteriores, se puede realizar usando, por ejemplo, los equipos de usuario 115 de la FIG. 1, la FIG. 2, la FIG. 2, y la FIG. 15; los puntos de acceso 120 de la FIG. 1 y la FIG. 2, los dispositivos de red 1305 y 1505 de la FIG. 13 y la FIG. 15; los dispositivos 300, 800, 810-a, 910 y 910-a de la FIG. 3, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 9A y la FIG. 9B; y/o los módulos DVFS 1230, 1330, 1410 y 1410-a de la FIG. 12, la FIG. 13, la FIG. 14A y la FIG. 14B.

[0167] En el bloque 2005, se puede recibir una trama que incluye uno o más paquetes. En el bloque 2010, un ancho de banda a usar por un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, los AP 120, las estaciones base 105) puede determinarse de entre múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En el bloque 2015, se identifica un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado. En el bloque 2020, un nivel de voltaje se escala al nivel de voltaje identificado. En el bloque 2025, al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida se procesan al nivel de voltaje escalado.

[0168] Haciendo referencia a continuación a la FIG. 21, se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 2100 de ejemplo para escalado dinámico de voltaje y frecuencia. El procedimiento 2100, al igual que los procedimientos 1600, 1700, 1800, 1900 y 2000 anteriores, puede realizarse usando, por ejemplo, los equipos de usuario 115 de la FIG. 1, la FIG. 2, la FIG. 2, y la FIG. 15; los puntos de acceso 120 de la FIG. 1 y la FIG. 2, los dispositivos de red 1305 y 1505 de la FIG. 13 y la FIG. 15; los dispositivos 300, 810, 810-a, 900 y 900-a de la FIG. 3, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 9A y la FIG. 9B; y/o los módulos DVFS 1230, 1330, 1410 y 1410-a de la FIG. 12, la FIG. 13, la FIG. 14A y la FIG. 14B.

[0169] En el bloque 2105, se pueden determinar las condiciones del canal asociadas con un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, el UE 115, los AP 120, las estaciones base 105). En el bloque 2110, un ancho de banda a usar por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede determinarse de entre múltiples anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En el bloque 2115, se identifica un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado. En el bloque 2120, un nivel de voltaje se escala al nivel de voltaje identificado. En el bloque 2125, la trama puede transmitirse mientras funciona al nivel de voltaje escalado.

[0170] La descripción detallada expuesta anteriormente en relación con los dibujos adjuntos describe modos de realización a modo de ejemplo y no representa los únicos modos de realización que se pueden implementar o que están dentro del alcance de las reivindicaciones. El término "a modo de ejemplo" 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 se pueden poner 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.

[0171] La información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que puedan haberse mencionado a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[0172] Los diversos bloques y módulos ilustrativos descritos en relación con la divulgación en el presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de propósito general, un DSP, un ASIC, una FPGA u otro dispositivo lógico programable, lógica de puertas discretas o de transistores, componentes de hardware discretos, o 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 de DSP o cualquier otra de dichas configuraciones.

[0173] 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 se pueden almacenar en, o transmitir a través de, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Otros ejemplos e implementaciones están dentro del alcance de la divulgación y de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones descritas anteriormente se pueden implementar usando software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, cableado o combinaciones de los mismos. Los rasgos característicos que implementan funciones también se pueden ubicar físicamente en diversas posiciones, que incluyen estar distribuidas de modo que partes de las funciones se

implementen en diferentes ubicaciones físicas. Además, como se usa en el presente documento, incluyendo en las reivindicaciones, "o", como se usa en una lista de elementos precedida por "al menos uno de" indica una lista disyuntiva de modo que, por ejemplo, una lista de "al menos uno 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).

**[0174]** Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación incluyendo 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 limitación, los medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, 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 por un ordenador de propósito general o de propósito especial, o 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 una página web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (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, están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo anterior también están incluidas dentro del alcance de los medios legibles por ordenador. Se puede utilizar cualquier combinación de uno o más medios legibles por ordenador no transitorios. Los medios legibles por ordenador no transitorios comprenden todos los medios legibles por ordenador, con la única excepción de una señal de propagación transitoria.

**[0175]** La descripción previa de la divulgación se proporciona para permitir que un experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones de la divulgación resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras variantes sin apartarse del alcance de la divulgación. A lo largo de la presente divulgación, el término "ejemplo" o "a modo de ejemplo" indica un ejemplo o caso y no implica ni requiere ninguna preferencia por el ejemplo indicado. Por tanto, la divulgación no se ha de limitar a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le ha de otorgar el alcance más amplio consecuente con los principios y rasgos característicos novedosos divulgados en el presente documento.

**[0176]** A continuación, se describen otros ejemplos para facilitar la comprensión de la invención.

**[0177]** De acuerdo con un ejemplo, un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, que comprende operar a un primer nivel de voltaje en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas; detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y determinar si hacer la transición a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada. En el procedimiento, la métrica de trama puede comprender una o más de una categoría de rendimiento, un destino de un paquete, una concesión de transmisión y una concesión de recepción. El procedimiento puede comprender, además, escalar desde el primer nivel de voltaje hasta el segundo nivel de voltaje, siendo el segundo nivel de voltaje mayor que el primer nivel de voltaje. El procedimiento puede comprender, además, escalar desde el segundo nivel de voltaje hasta el primer nivel de voltaje para una próxima trama recibida después de procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el segundo nivel de voltaje. En el procedimiento, la detección puede comprender detectar la métrica de trama dentro de un preámbulo de la trama recibida. En el procedimiento, el uno o más paquetes en la trama recibida pueden ser un paquete IEEE 802.11ac. En el procedimiento, el uno o más paquetes pueden ser un paquete de muy alto rendimiento (VHT), y la detección puede comprender detectar la métrica de trama durante el campo de entrenamiento corto VHT (VHT-STF) del paquete VHT recibido. El procedimiento puede comprender, además, escalar desde el primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje dentro del paquete VHT, siendo el segundo nivel de voltaje mayor que el primer nivel de voltaje. El procedimiento puede comprender, además, determinar si la trama está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas; y operar al primer nivel de voltaje cuando la trama no está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En el procedimiento, la determinación puede comprender identificar una parte de control de acceso al medio (MAC) de la trama; y determinar un destino de la trama a partir de la parte MAC de la trama. En el procedimiento, la determinación puede comprender identificar un campo pAID o un campo GID en la trama; y determinar un destino de la trama a partir del campo pAID o el campo GID. En el procedimiento, el uno o más paquetes pueden ser un paquete de alto rendimiento (HT) y el procedimiento puede comprender escalar desde el primer nivel de voltaje hasta el segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del paquete HT, siendo el segundo nivel de voltaje mayor que el primer nivel de voltaje. En el procedimiento, el uno o más paquetes pueden ser un paquete heredado y el procedimiento puede comprender mantener el primer nivel de voltaje para procesar el paquete heredado. El procedimiento puede comprender, además, identificar un ancho de banda asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida; y escalar desde el primer nivel de voltaje al segundo nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda identificado. El procedimiento puede comprender, además, identificar un ancho de banda diferente asociado con el uno o más paquetes de la trama recibida; y escalar desde el segundo nivel

de voltaje a un tercer nivel de voltaje basándose al menos en parte en la métrica de trama y el ancho de banda diferente identificado. El procedimiento puede comprender, además, escalar desde una primera frecuencia de reloj a una segunda frecuencia de reloj basándose en la métrica de trama, siendo la segunda frecuencia de reloj mayor que la primera frecuencia de reloj. En el procedimiento, la trama puede ser una subtrama LTE que comprende una primera ranura y una segunda ranura, la primera ranura puede comprender una región con información del canal físico de control de enlace descendente (PDCCH), y la detección puede comprender detectar la métrica de trama dentro de la región en la primera ranura. El procedimiento puede comprender, además, determinar a partir de la métrica de trama si una parte de la trama debe ser decodificada por un módem LTE; y escalar desde el primer voltaje al segundo voltaje para procesar la parte de la trama cuando se determina que la parte de la trama no debe ser decodificada por el módem LTE. En el procedimiento, la métrica de trama puede ser un ancho de banda asociado con uno o más paquetes de la trama recibida. El procedimiento puede comprender, además, aplicar el segundo nivel de voltaje a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones inalámbricas.

**[0178]** De acuerdo con un ejemplo, un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, que comprende determinar un ancho de banda para ser utilizado en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre una pluralidad de anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas; identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado; y escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama. El procedimiento puede comprender, además, transmitir la trama mientras se opera al nivel de voltaje escalado. El procedimiento puede comprender, además, recibir la trama que comprende uno o más paquetes; y procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida al nivel de voltaje escalado. El procedimiento puede comprender, además, recibir la trama que comprende uno o más paquetes; detectar, dentro de la trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el nivel de voltaje escalado basándose en la métrica de trama y el ancho de banda determinado. En el procedimiento, cada uno de los anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas puede tener un nivel de voltaje correspondiente que es diferente del nivel de voltaje de otro ancho de banda, y el nivel de voltaje identificado puede ser el nivel de voltaje correspondiente al ancho de banda determinado. El procedimiento puede comprender, además, ajustar, basándose en el ancho de banda determinado, uno o más relojes de capa física (PHY) utilizados por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En el procedimiento, la determinación puede comprender determinar el ancho de banda que se utilizará en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en las condiciones del canal asociadas con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas. En el procedimiento, el escalado puede comprender escalar al nivel de voltaje identificado desde un nivel de voltaje correspondiente a un ancho de banda diferente del ancho de banda determinado. El procedimiento puede comprender, además, aplicar el nivel de voltaje escalado a uno o más subsistemas del dispositivo de comunicaciones inalámbricas.

**[0179]** De acuerdo con un ejemplo, un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende medios para operar a un primer nivel de voltaje en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas; medios para detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y medios para determinar si pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada.

**[0180]** De acuerdo con un ejemplo, un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende: medios para determinar un ancho de banda a utilizar en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre una pluralidad de anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas; medios para identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado; y medios para escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.

**[0181]** De acuerdo con un ejemplo, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, que comprende un procesador; y una memoria en comunicación electrónica con el procesador, siendo ejecutables las instrucciones almacenadas en la memoria por el procesador para operar a un primer nivel de voltaje en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas; detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y determinar si hacer la transición a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada.

**[0182]** De acuerdo con un ejemplo, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, que comprende un procesador; y una memoria en comunicación electrónica con el procesador, siendo ejecutables las instrucciones almacenadas en la memoria por el procesador para determinar un ancho de banda para ser utilizado en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre una pluralidad de anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas; identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado; y escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.

**[0183]** De acuerdo con un ejemplo, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, que comprende un detector configurado para detectar, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y un ajustador de voltaje configurado para operar en un primer nivel de voltaje, y determinar si hacer la transición a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama

recibida basándose en la métrica de trama detectada.

5 **[0184]** De acuerdo con un ejemplo, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, que comprende un identificador de ancho de banda configurado para determinar un ancho de banda a utilizar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre una pluralidad de anchos de banda admitidos por el dispositivo de comunicaciones inalámbricas; y un ajustador de voltaje configurado para identificar un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado, y escalar un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.

10 **[0185]** De acuerdo con un ejemplo, un producto de programa informático, que comprende un medio legible por ordenador no transitorio que comprende código para hacer que al menos un ordenador funcione a un primer nivel de voltaje en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas; código para hacer que al menos un ordenador detecte, dentro de una trama recibida, una métrica de trama asociada con uno o más paquetes de la trama recibida; y código para hacer que al menos un ordenador determine si debe pasar a un segundo nivel de voltaje para procesar al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida basándose en la métrica de trama detectada.

15 **[0186]** De acuerdo con un ejemplo, un producto de programa informático, que comprende un medio legible por ordenador no transitorio que comprende código para hacer que al menos un ordenador determine un ancho de banda para ser utilizado en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas de entre una pluralidad de anchos de banda compatibles con el dispositivo de comunicaciones inalámbricas; código para hacer que al menos un ordenador identifique un nivel de voltaje para usar en el dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el ancho de banda determinado; y código para hacer que al menos un ordenador escale un nivel de voltaje al nivel de voltaje identificado para procesar una trama.

20  
25

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
 

5           operar (1605, 1705, 1805) en un primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660) en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas (300);

10           detectar (1610, 1710, 1810), dentro de una primera parte (420) de una trama recibida (410), una métrica de trama que comprende una categoría de rendimiento correspondiente a un ancho de banda asociado con una pluralidad de paquetes de la trama recibida (410); y

15           determinar (1615) si hacer la transición a un segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665) para procesar al menos una parte de la pluralidad de paquetes en una segunda parte (430) de la trama recibida (410) basándose en la categoría de rendimiento detectada.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que:
 

20           la métrica de trama comprende, además, uno o más de un destino de un paquete, una concesión de transmisión y una concesión de recepción.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además:
 

25           escalar (1715, 1815) desde el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660) hasta el segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665), siendo el segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665) mayor que el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660).
4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además:
 

30           escalar desde el segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665) hasta el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660) para una próxima trama recibida después de procesar la al menos una parte del uno o más paquetes de la trama recibida en el segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665).
5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la selección comprende:
 

35           detectar la métrica de trama dentro de un preámbulo (420) de la trama recibida (410).
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que:
 

40           la pluralidad de paquetes en la trama recibida son paquetes IEEE 802.11ac (650).
7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que:
 

45           la pluralidad de paquetes comprende un paquete de muy alto rendimiento, VHT, y

              la detección comprende detectar la métrica de trama durante el campo de entrenamiento corto VHT, VHT-STF, (515, 655) del paquete VHT recibido.
8. El procedimiento según la reivindicación 7, que comprende, además:
 

50           escalar el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660) al segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665) dentro del paquete VHT, siendo el segundo nivel de voltaje mayor que el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660).
9. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además:
 

55           determinar (1825) si la trama (410) está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas; y

              operar en el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660) cuando la trama (410) no está destinada al dispositivo de comunicaciones inalámbricas.
- 60   10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que la determinación comprende:
 

              identificar una parte de control de acceso al medio, MAC, (431) de la trama (410); y

              determinar un destino de la trama (410) a partir de la parte MAC (431) de la trama (410).
- 65   11. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que la determinación comprende:

identificar un campo pAID o un campo GID en la trama (410); y

determinar un destino de la trama (410) a partir del campo pAID o el campo GID.

- 5
- 12.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de paquetes comprende un paquete de alto rendimiento, HT, comprendiendo el procedimiento:

10 escalar desde el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660) hasta el segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665) para procesar al menos una parte del paquete HT, siendo el segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665) mayor que el primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660).

- 13.** Un aparato (300) de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

15 medios para operar a un primer nivel de voltaje (440, 620, 640, 660) en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas;

20 medios para detectar, dentro de una primera parte (420) de una trama recibida (410), una métrica de trama que comprende una categoría de rendimiento correspondiente a un ancho de banda asociado con una pluralidad de paquetes de la trama recibida (410); y

25 medios para determinar si pasar a un segundo nivel de voltaje (445, 446, 447, 645, 665) para procesar al menos una parte de la pluralidad de paquetes en una segunda parte (430) de la trama recibida basándose en la categoría de rendimiento detectada.

- 14.** Un producto de programa informático, que comprende: un medio no transitorio legible por ordenador que comprende: código para hacer que al menos un ordenador lleve a cabo un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

30

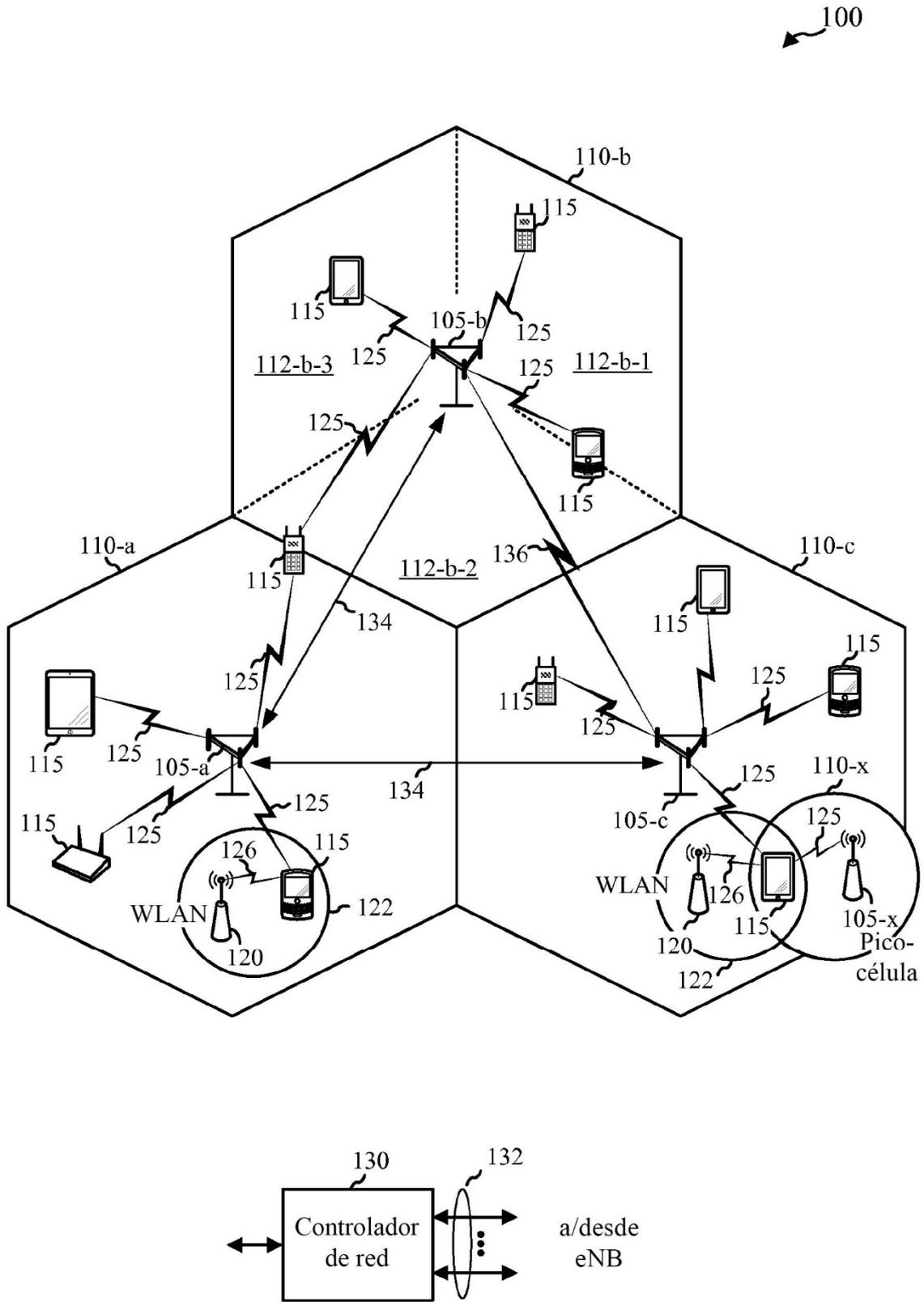


FIG. 1

200

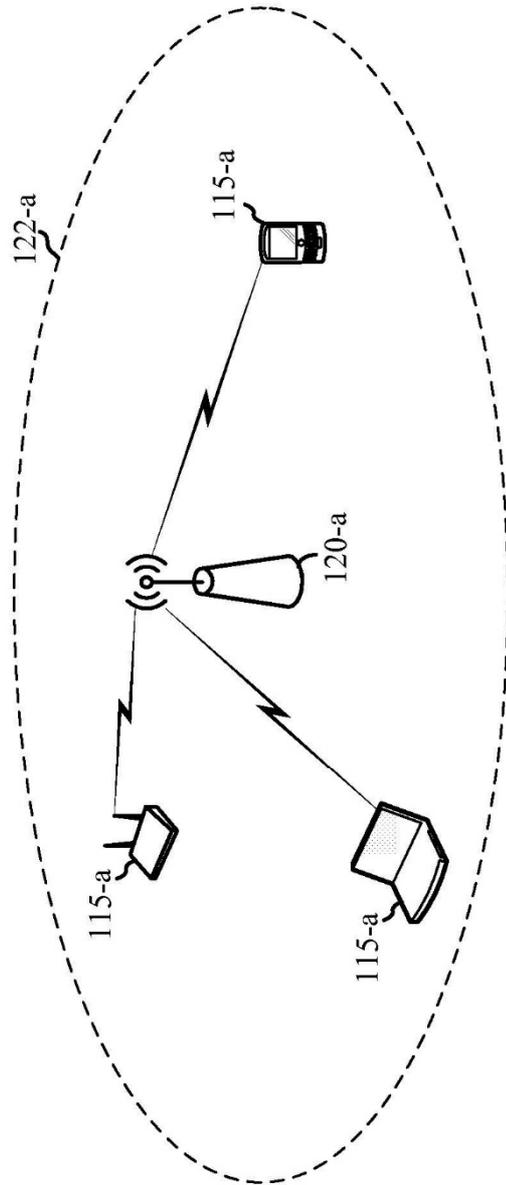


FIG. 2

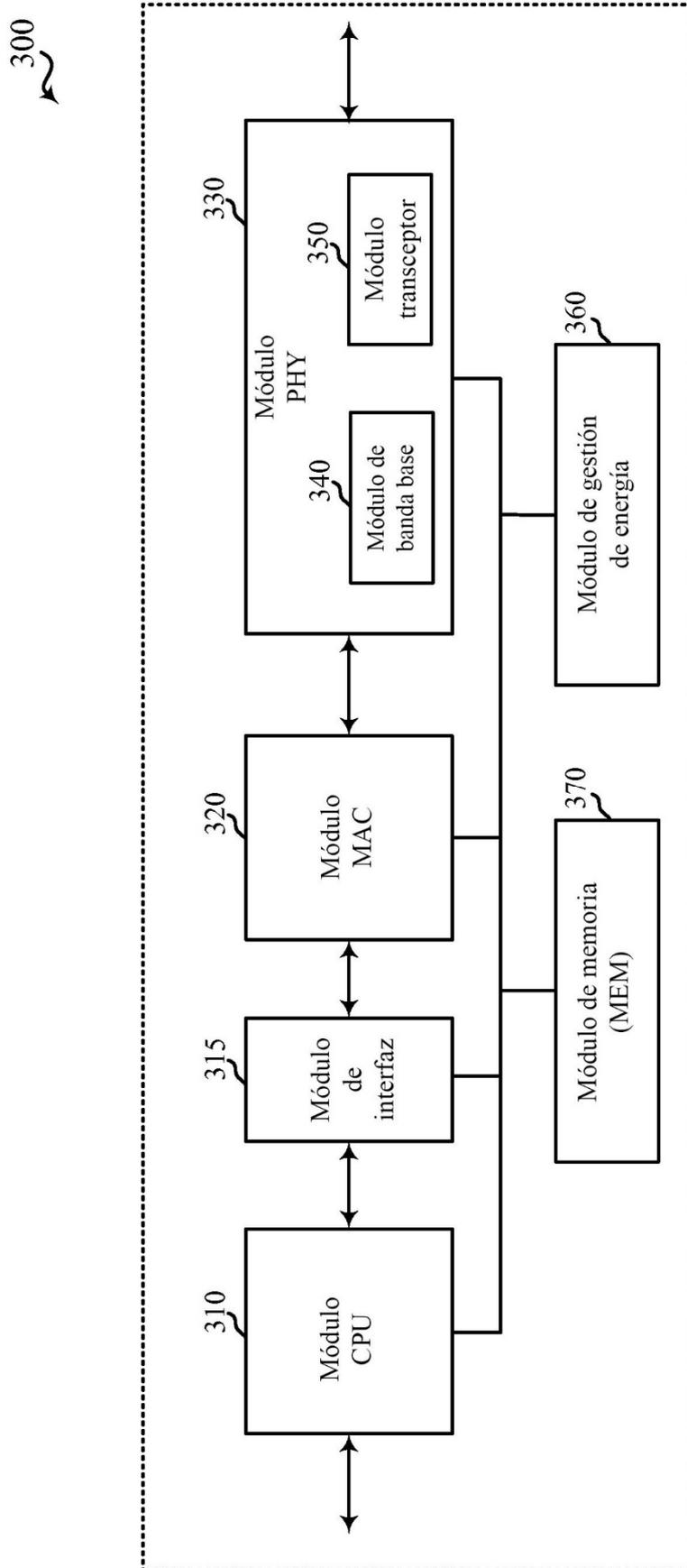


FIG. 3

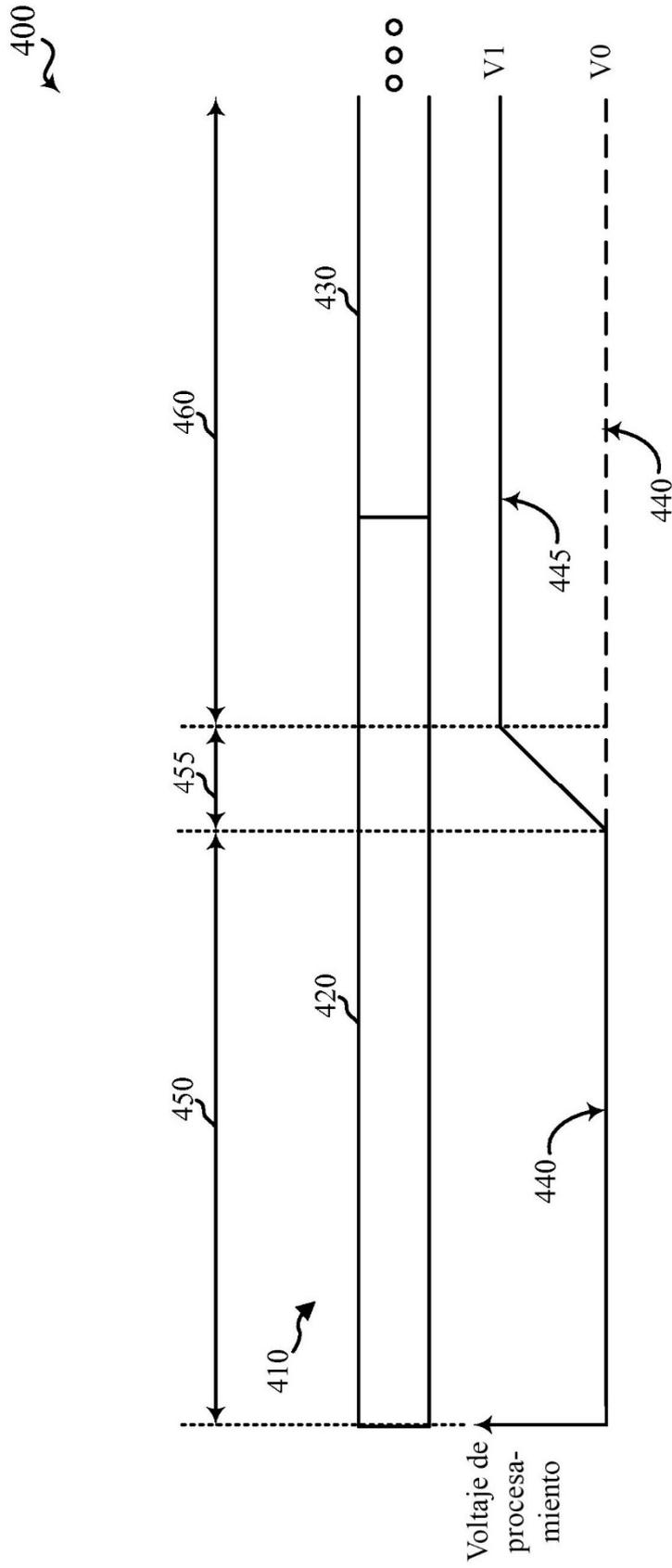


FIG. 4A

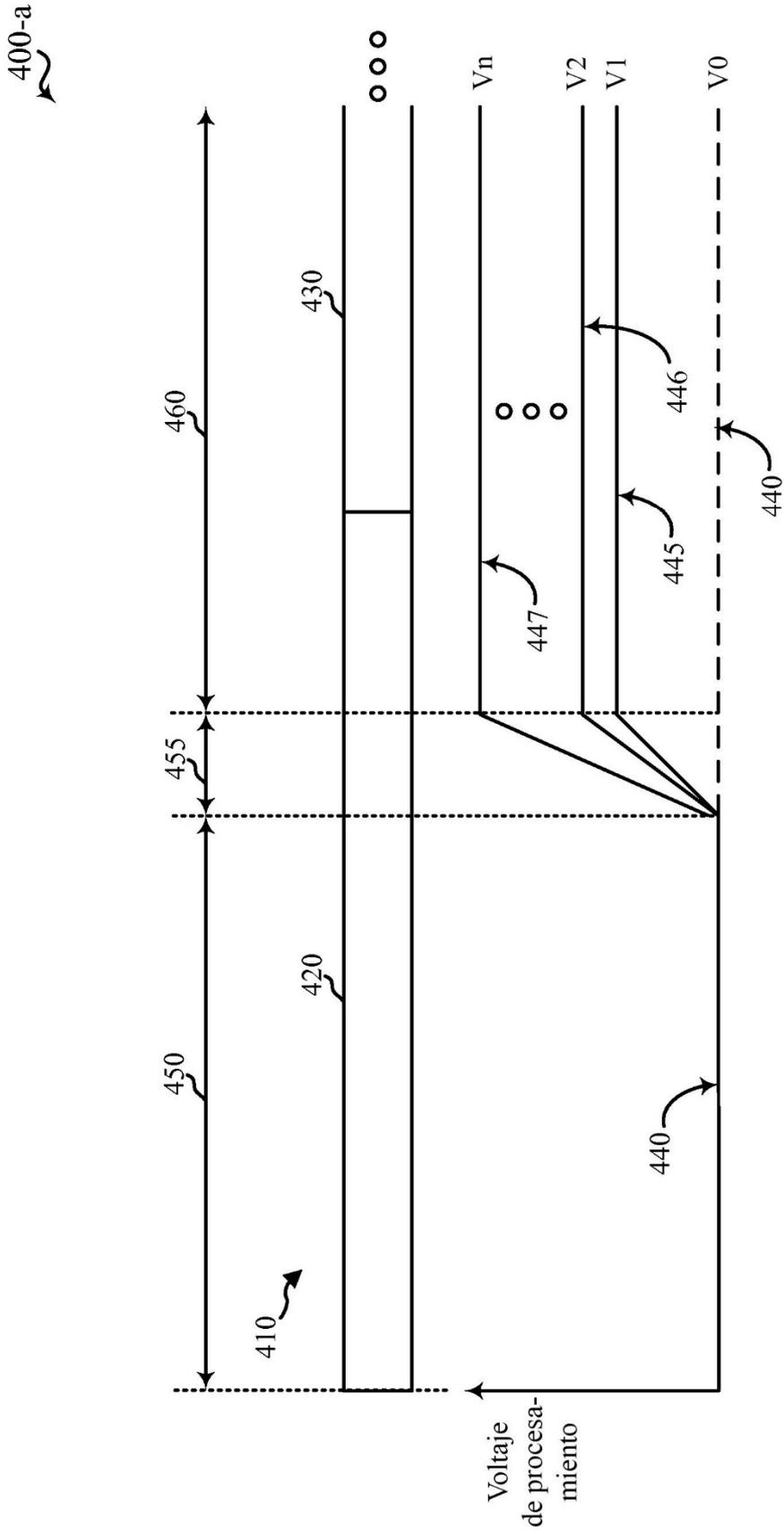


FIG. 4B

400-b

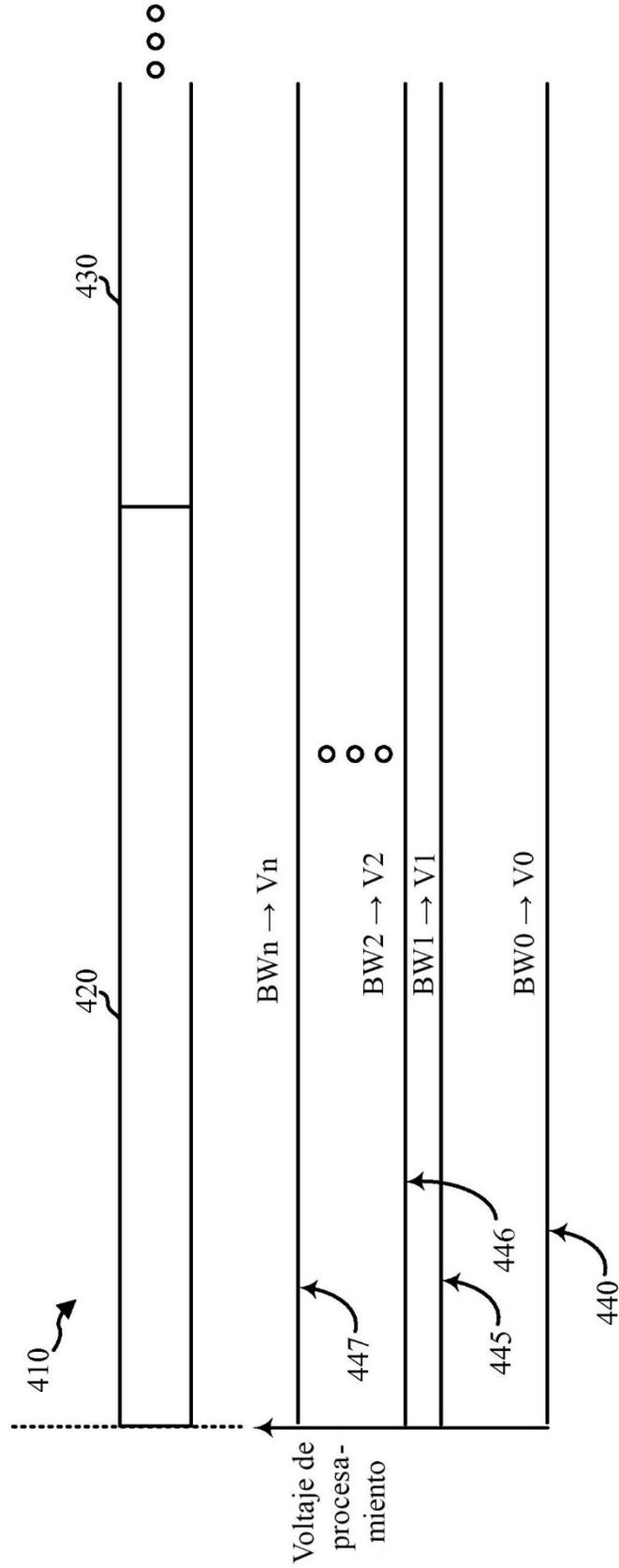


FIG. 4C

400-c

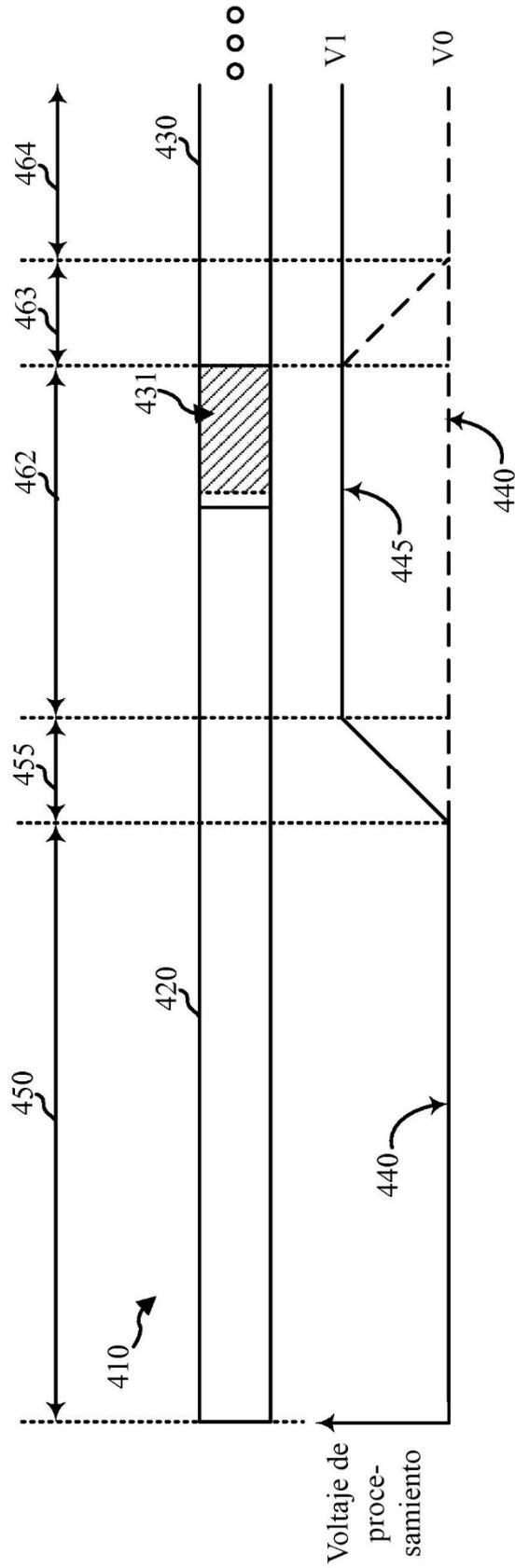


FIG. 4D

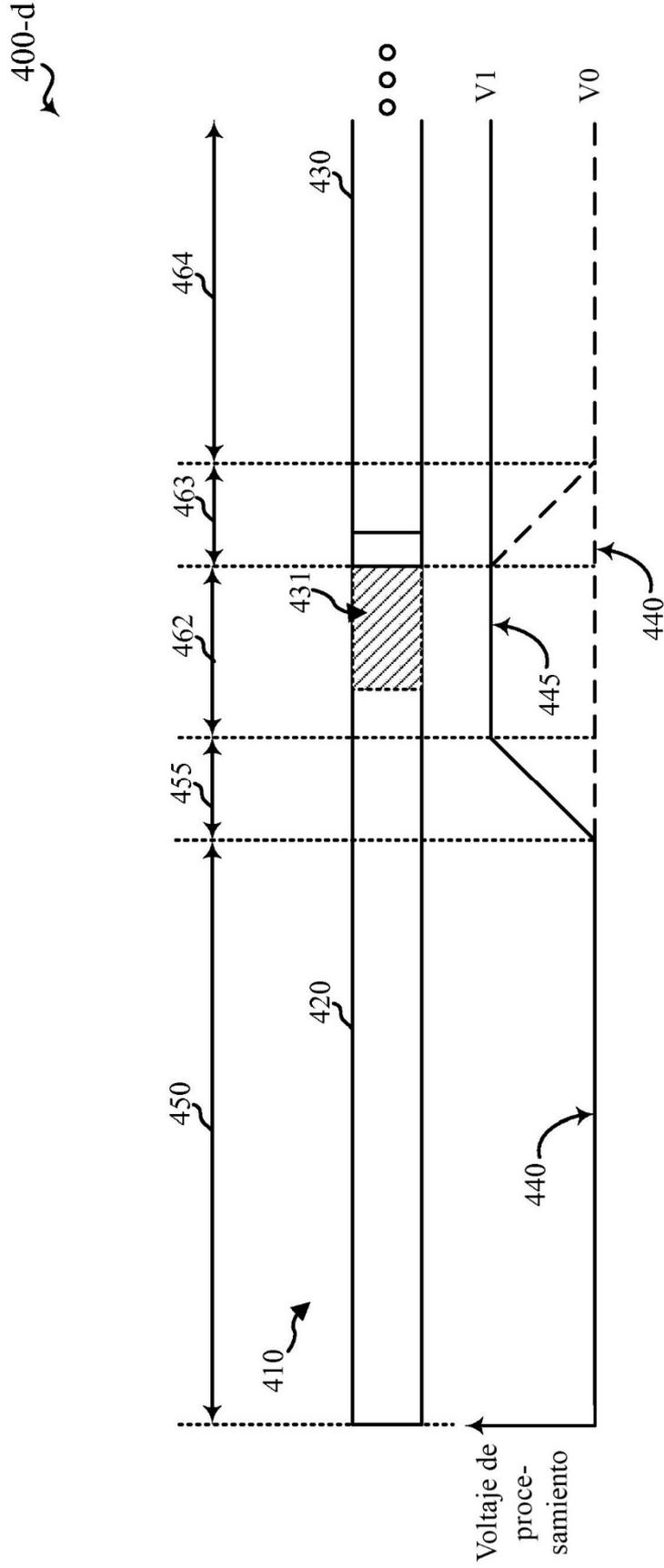


FIG. 4E

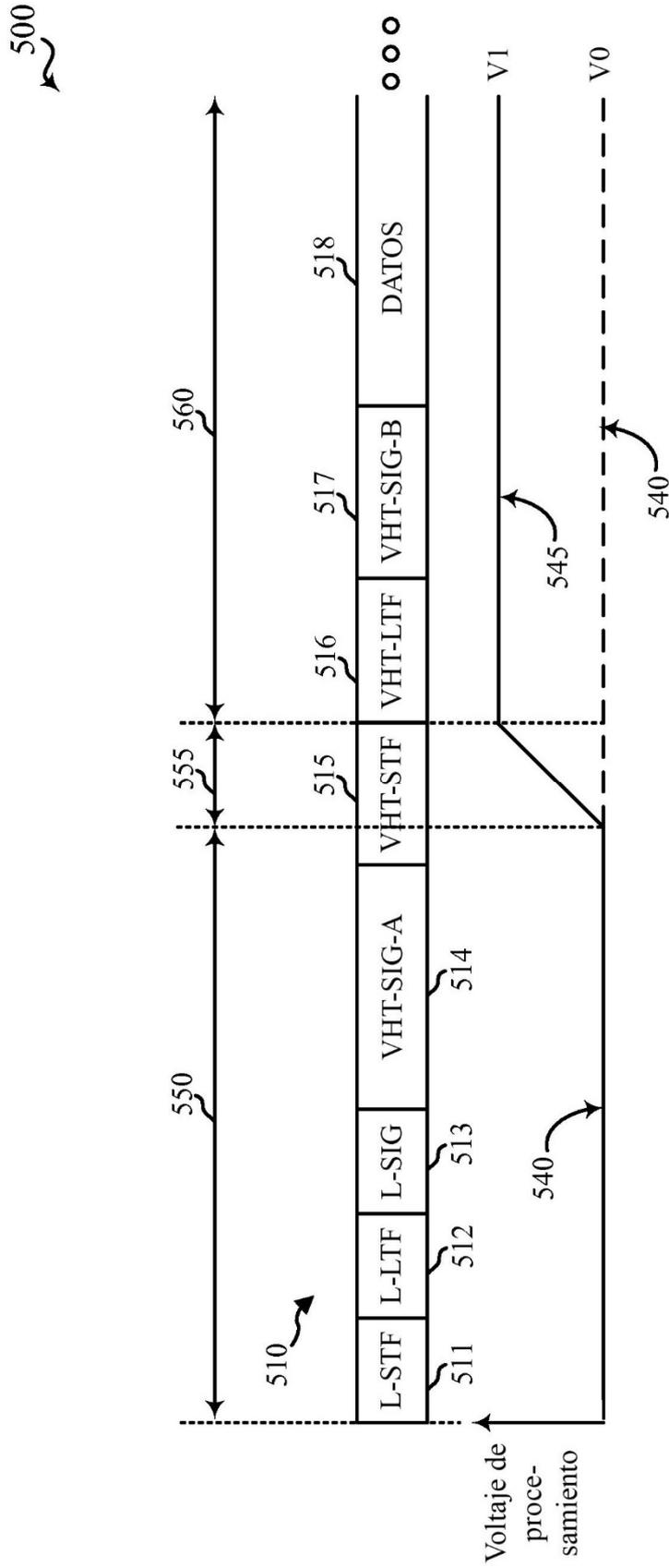


FIG. 5

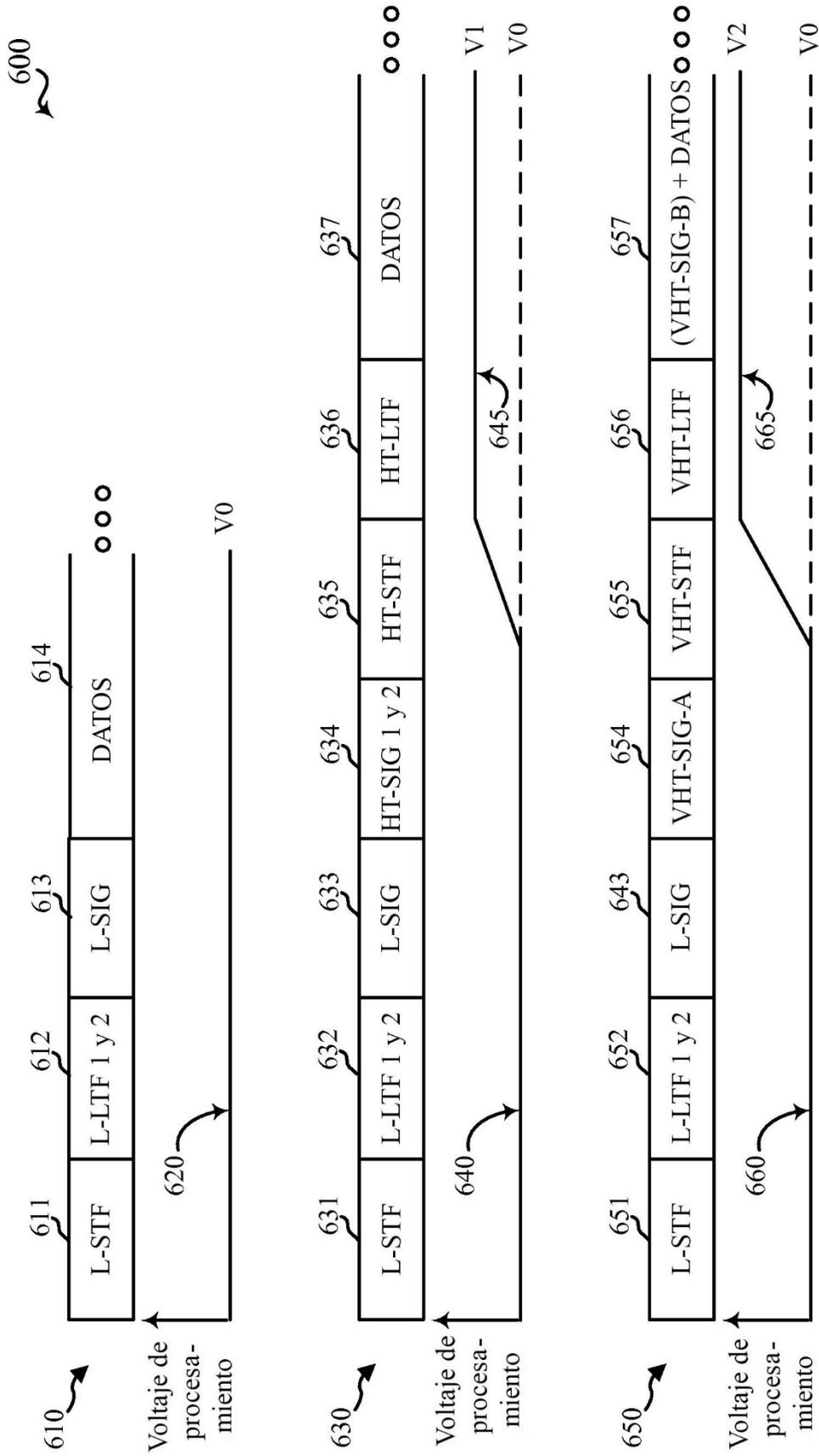


FIG. 6

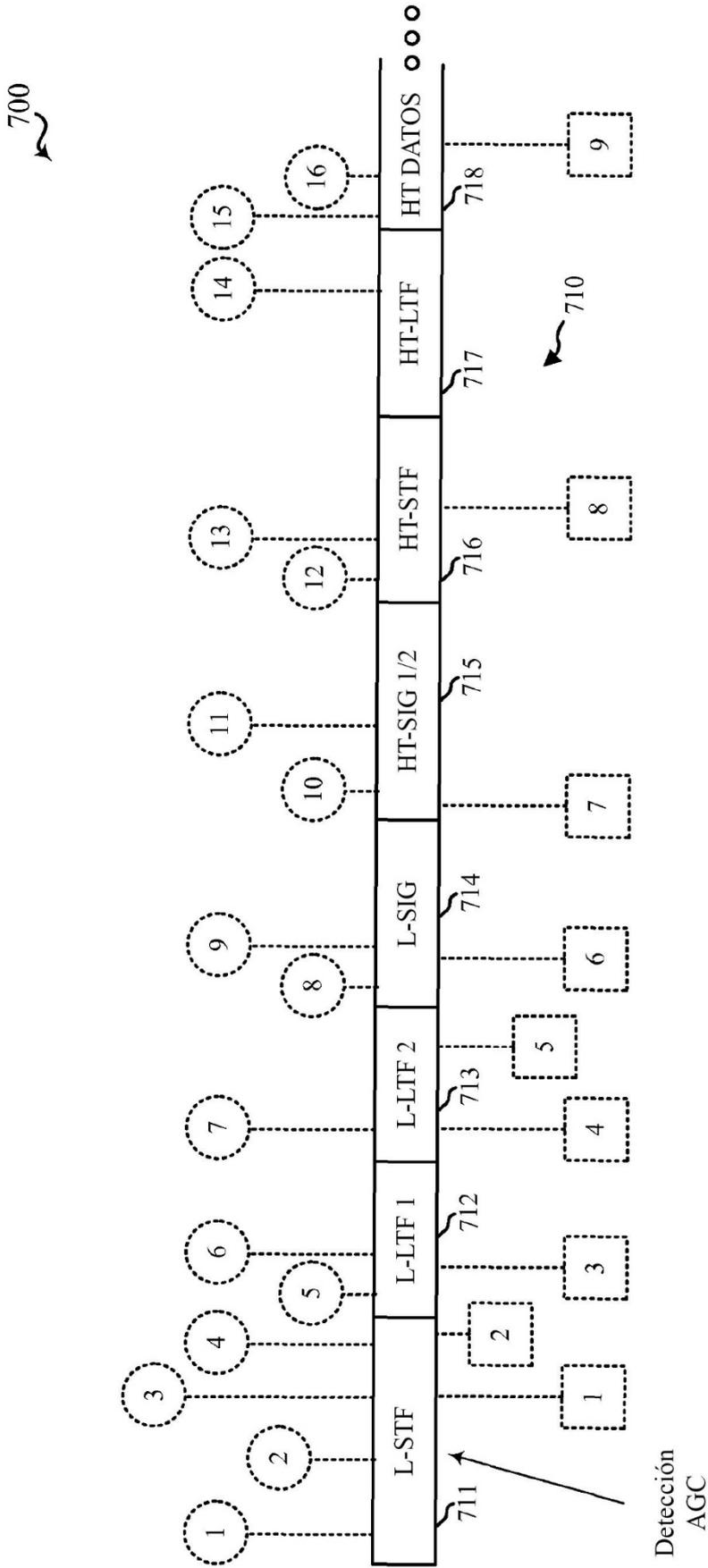


FIG. 7



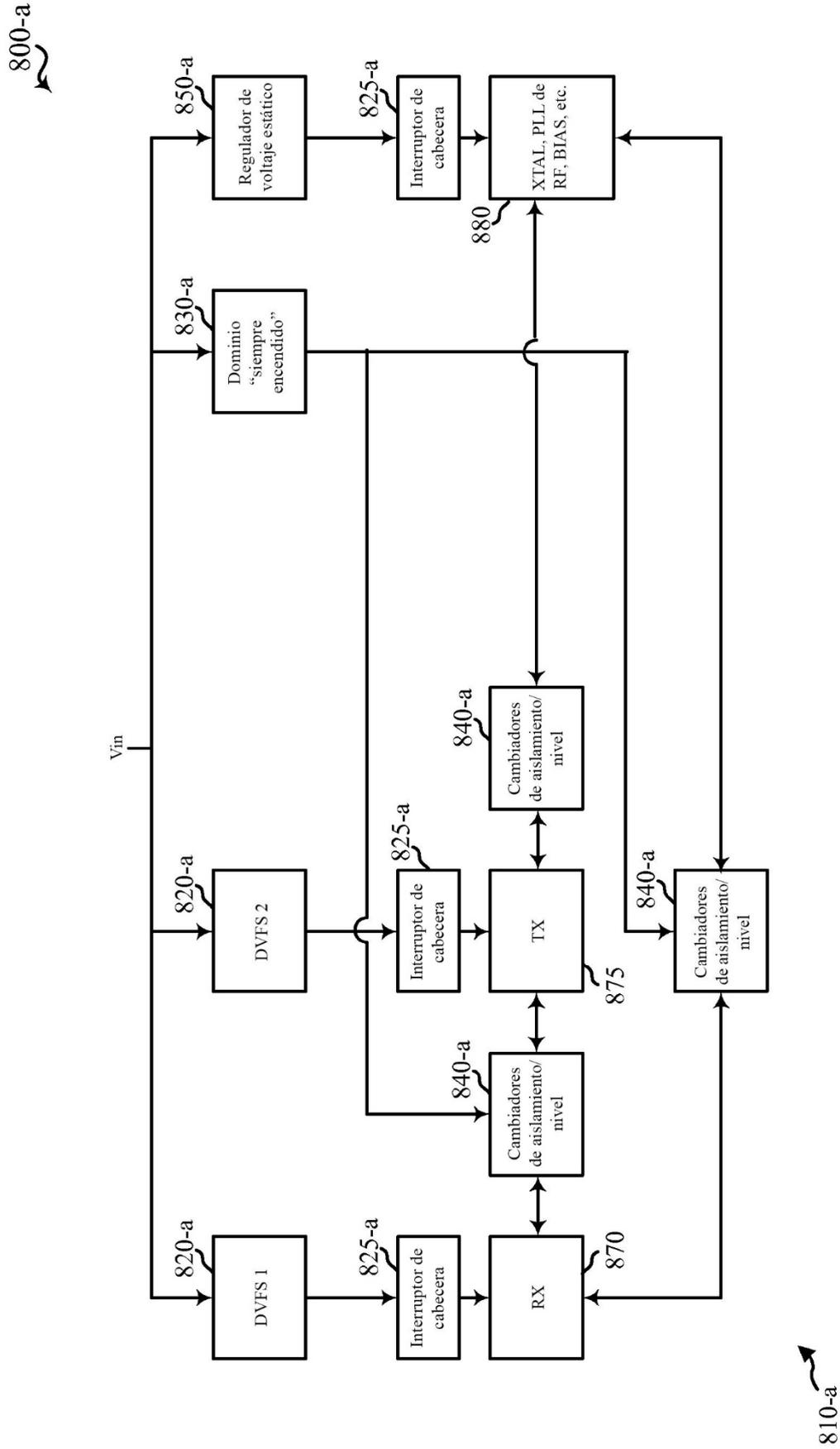
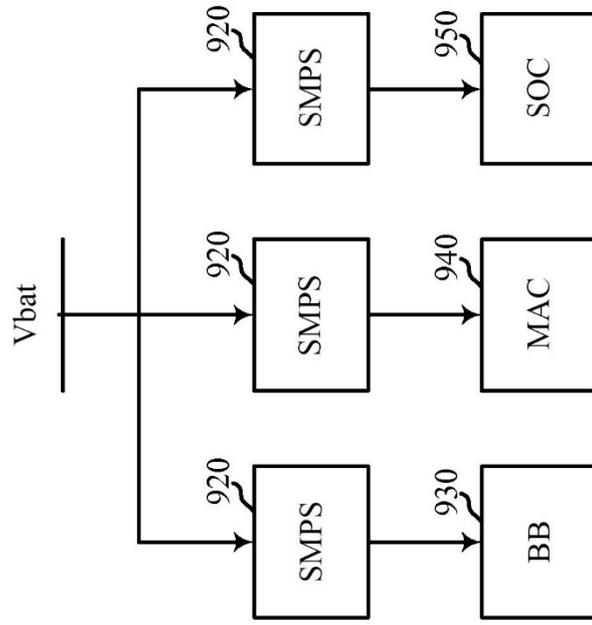


FIG. 8B

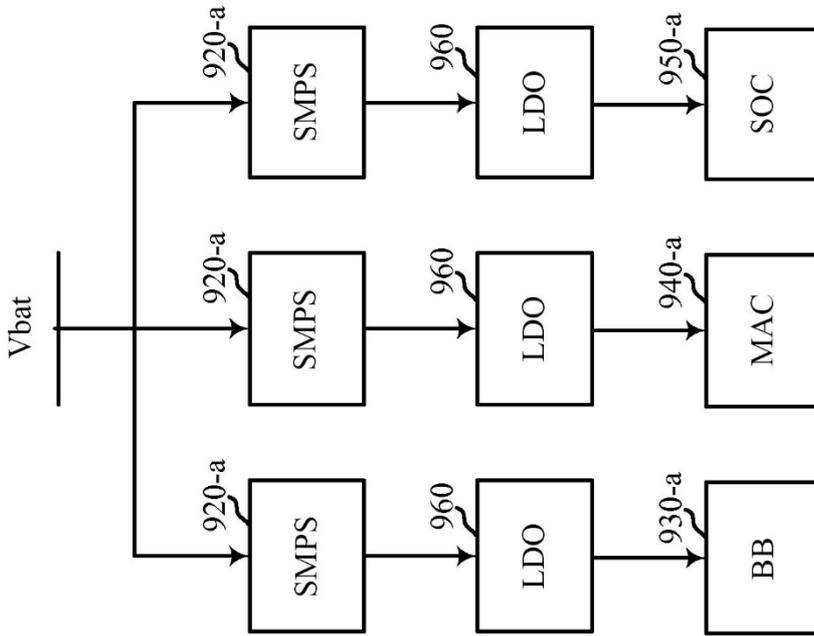
900



910

FIG. 9A

900-a



910-a

FIG. 9B

1000

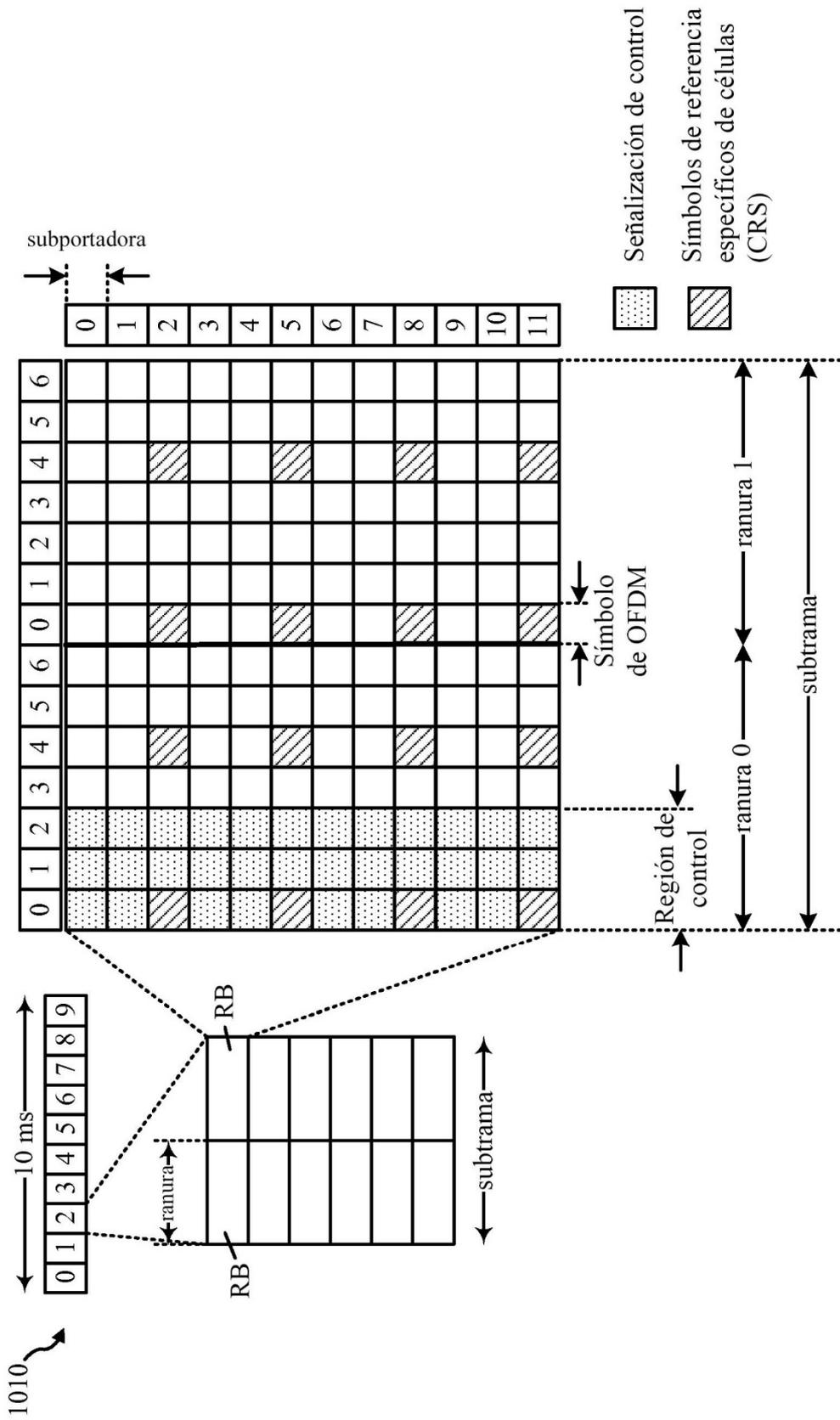


FIG. 10

1010

1100

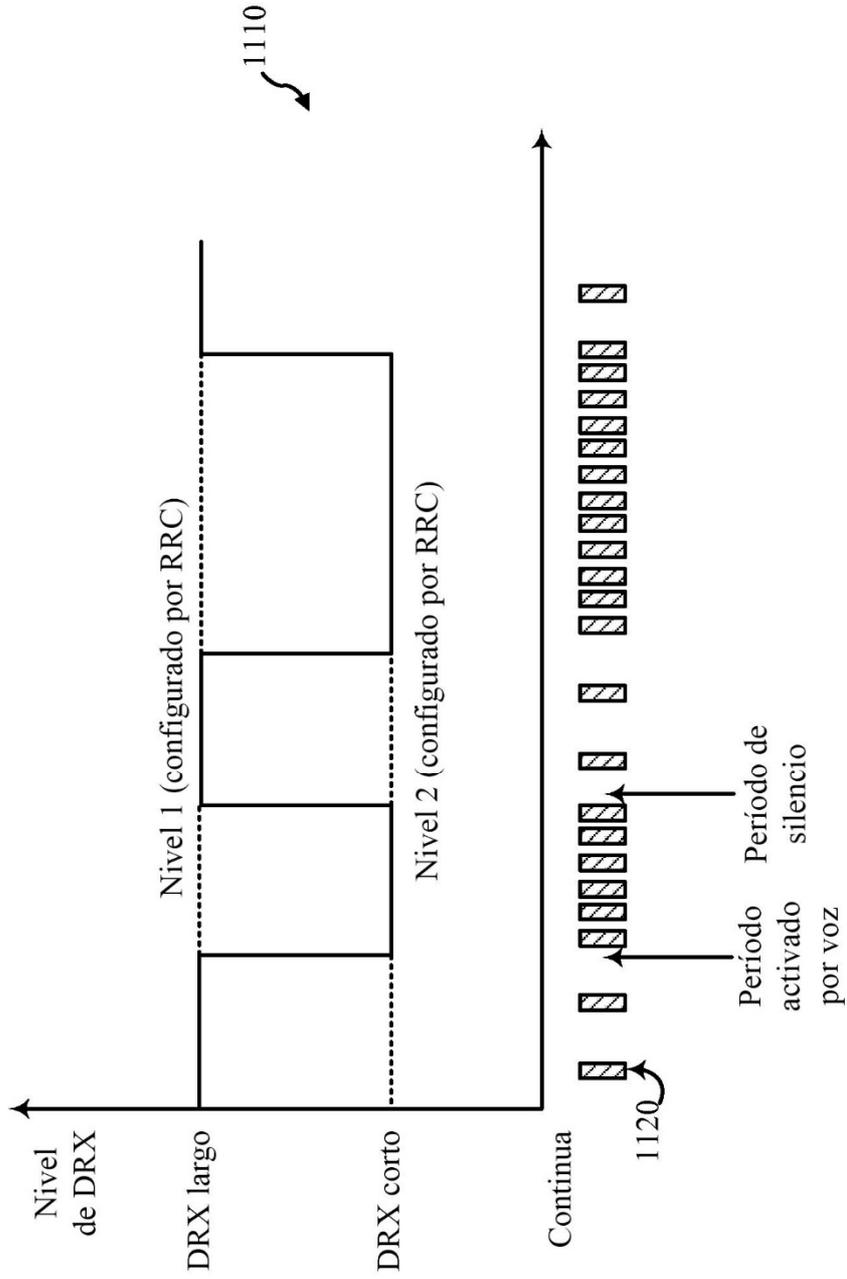


FIG. 11A

1100-a

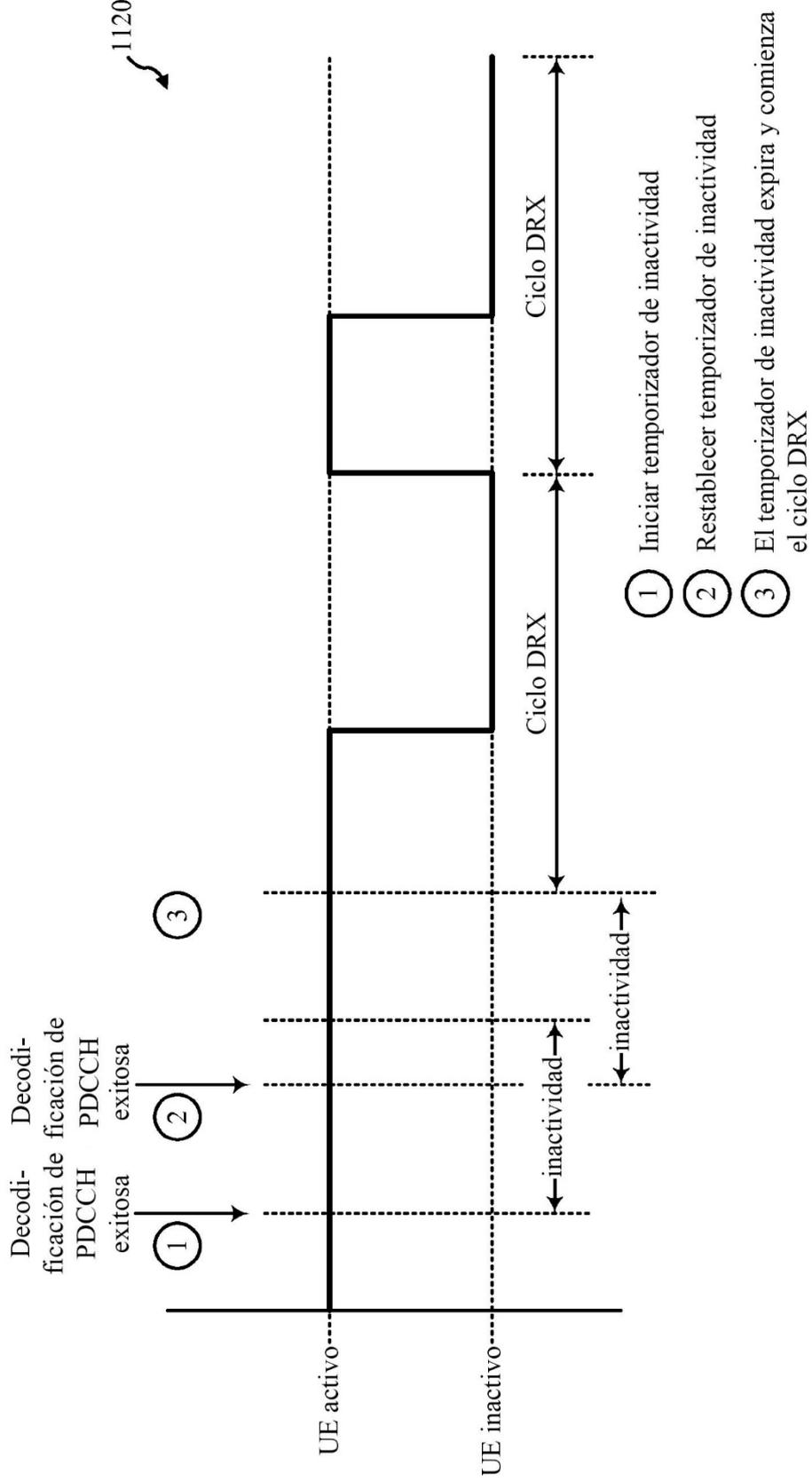


FIG. 11B

1100-b

1130

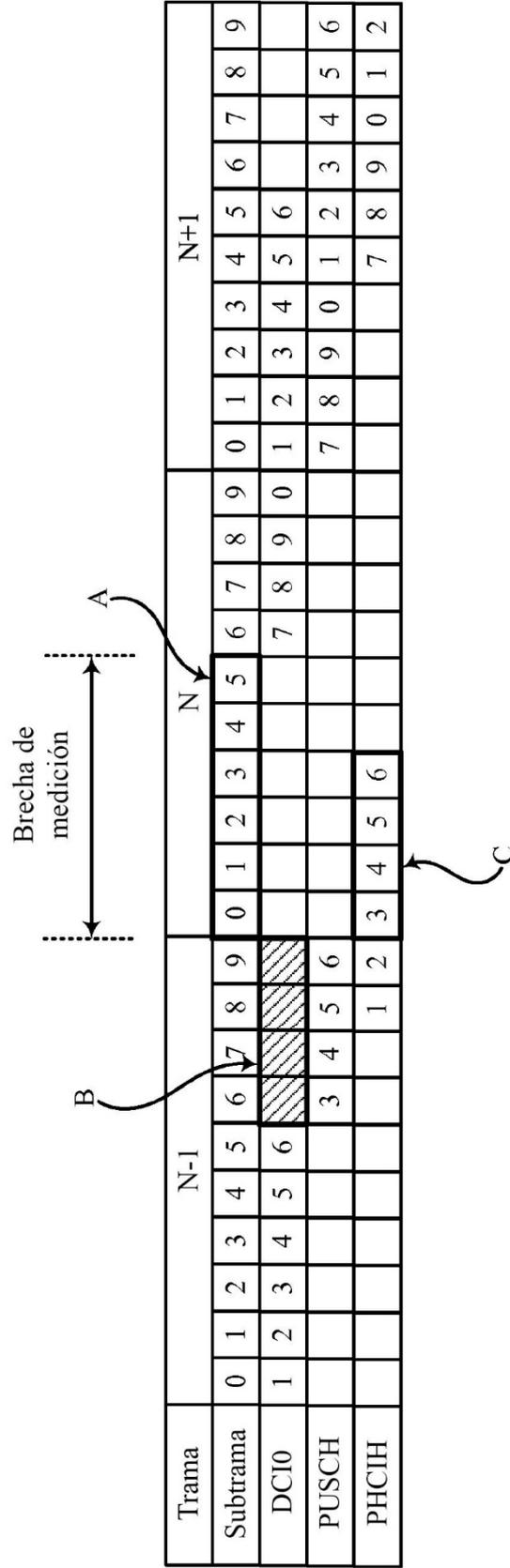


FIG. 11C

1200

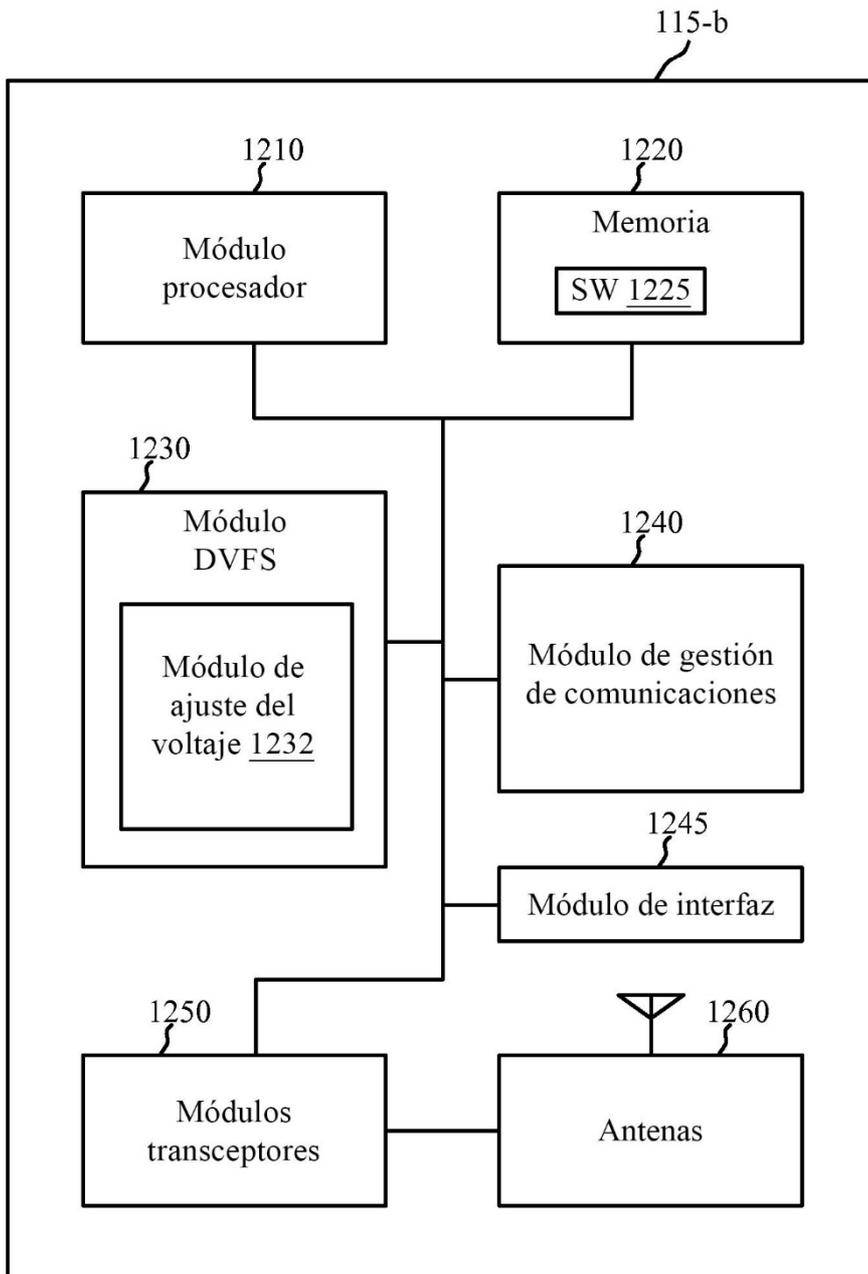


FIG. 12

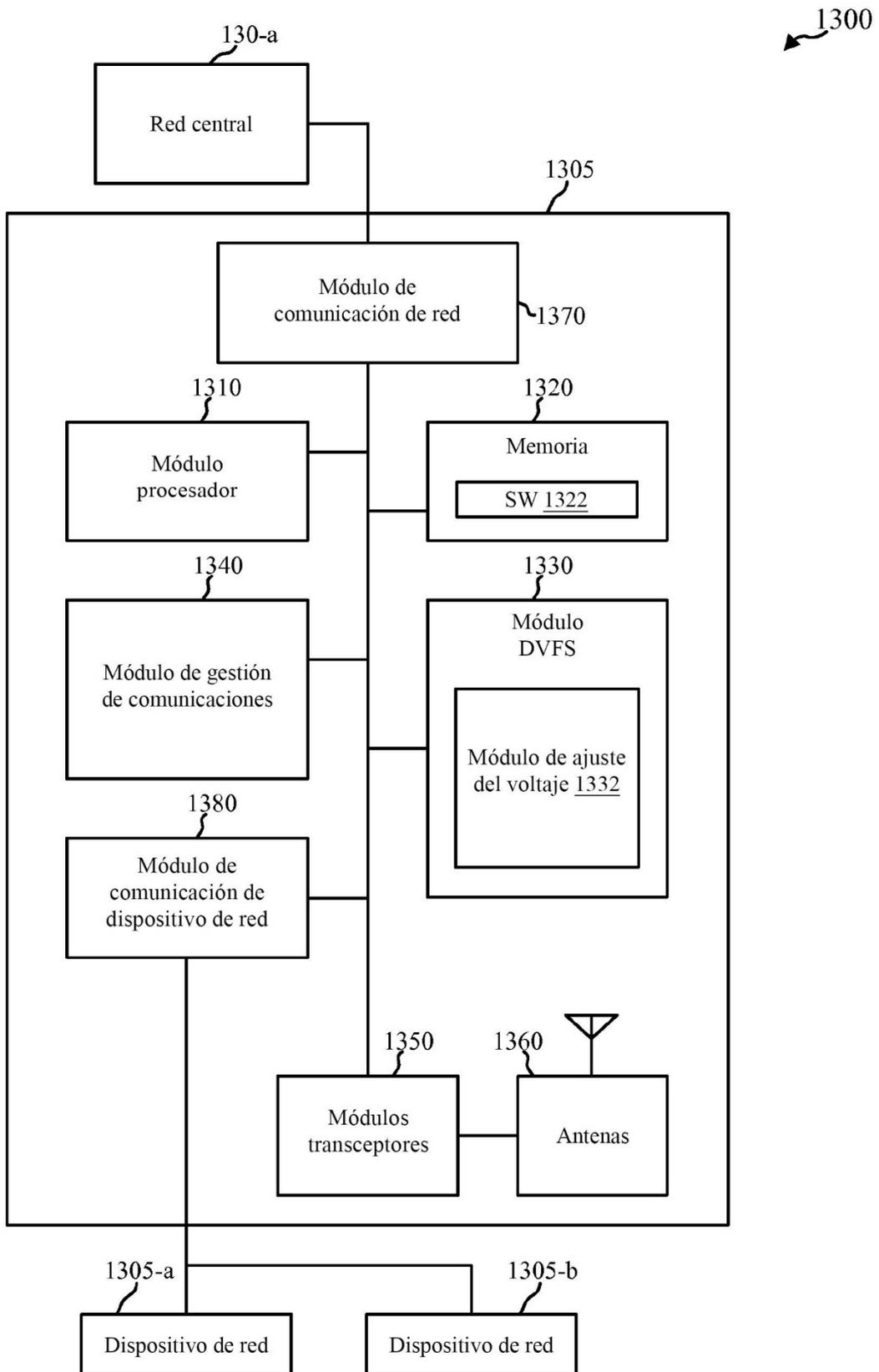


FIG. 13

1400 ↗

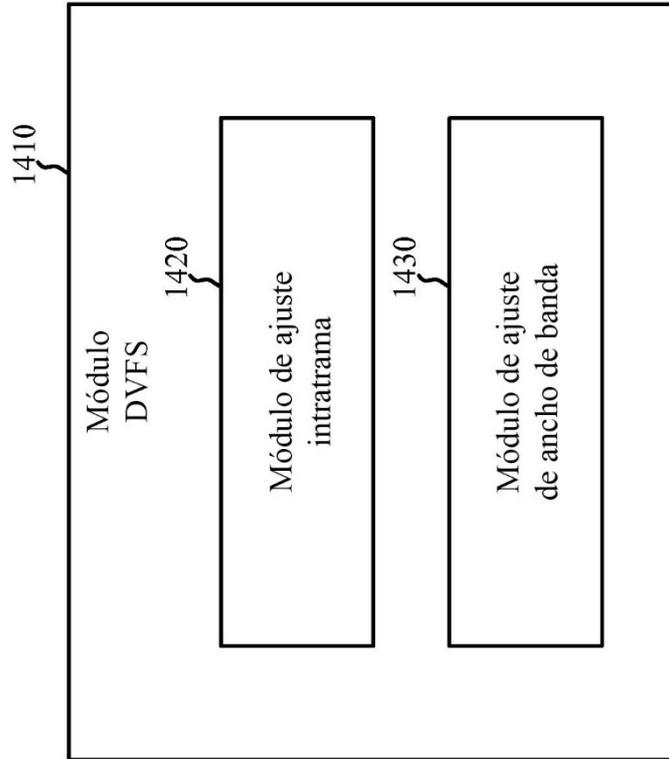


FIG. 14A

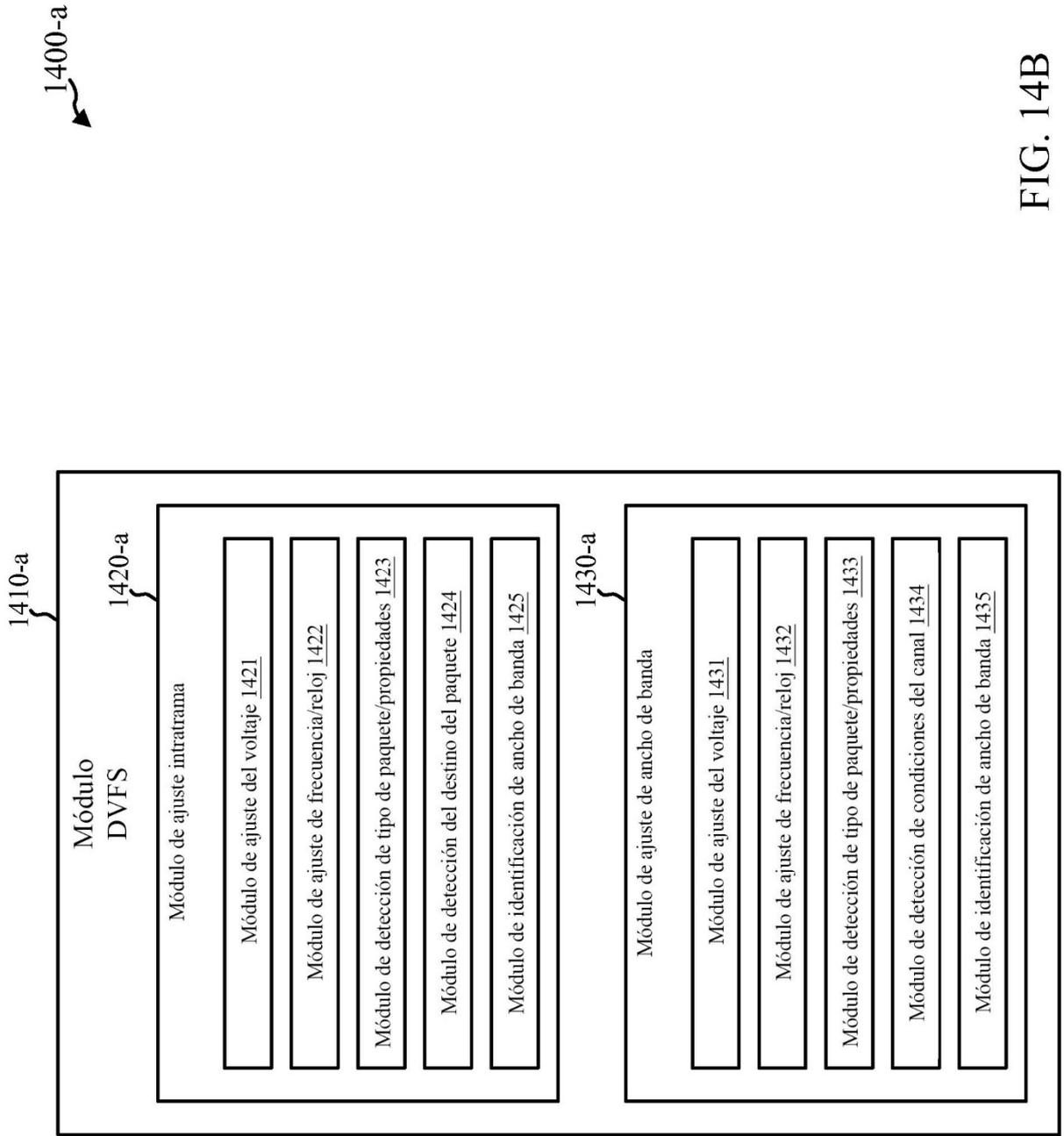


FIG. 14B

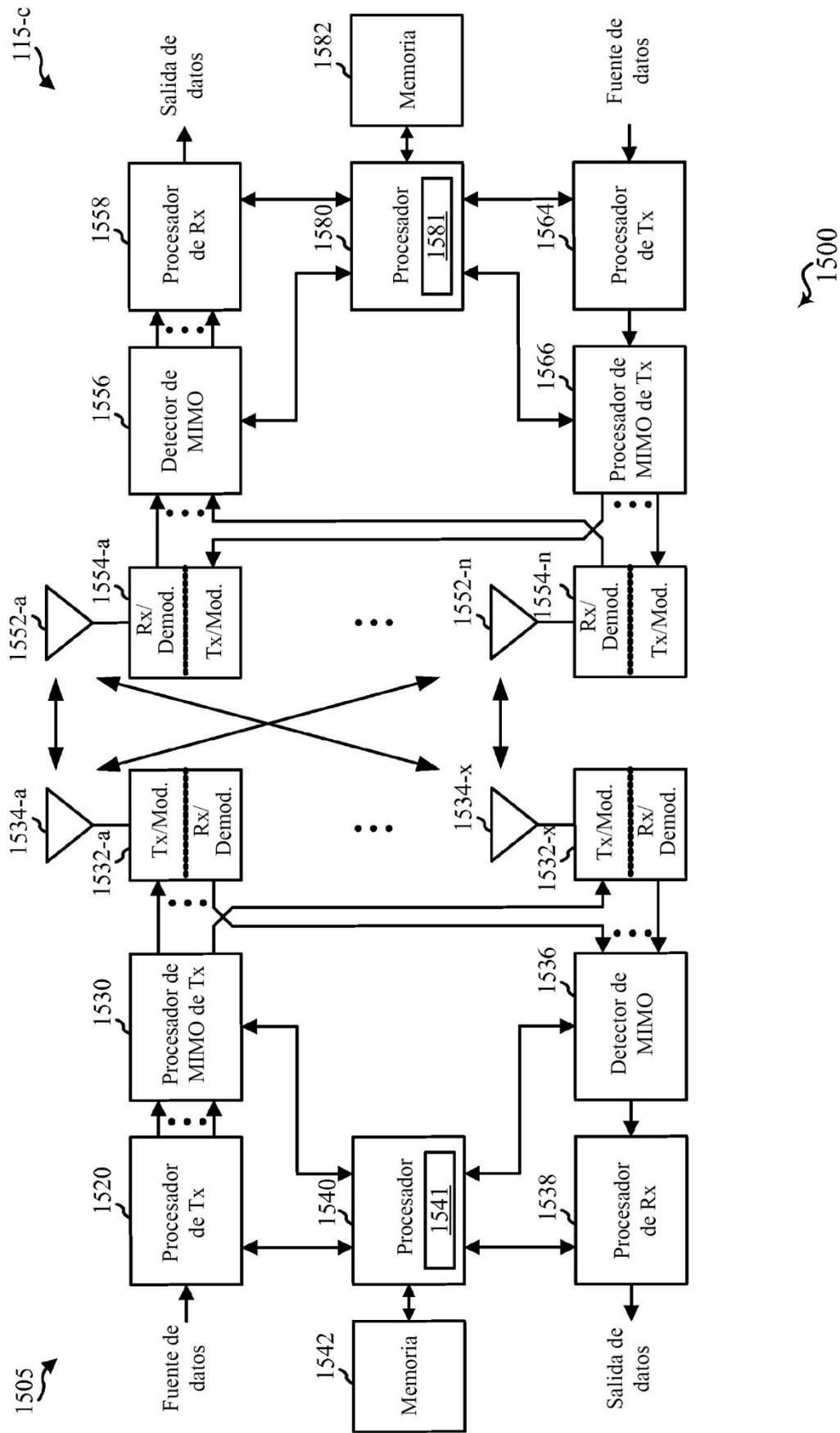


FIG. 15

1600

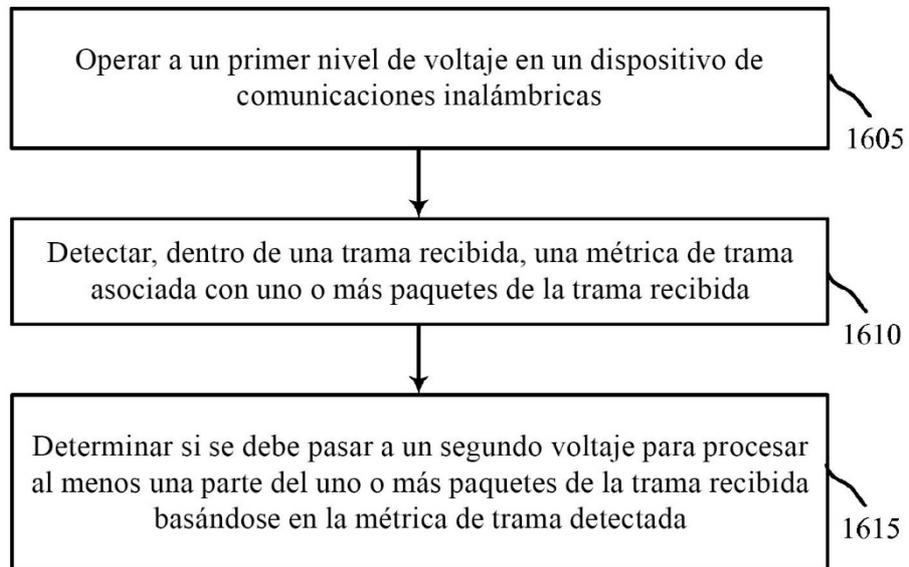


FIG. 16

1700

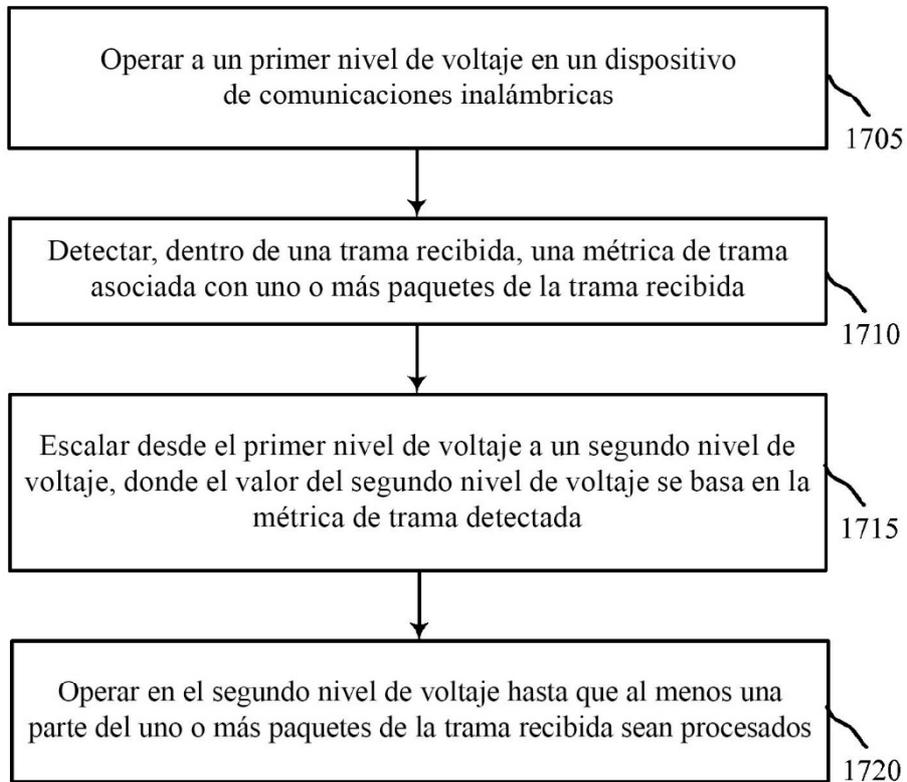


FIG. 17

1800

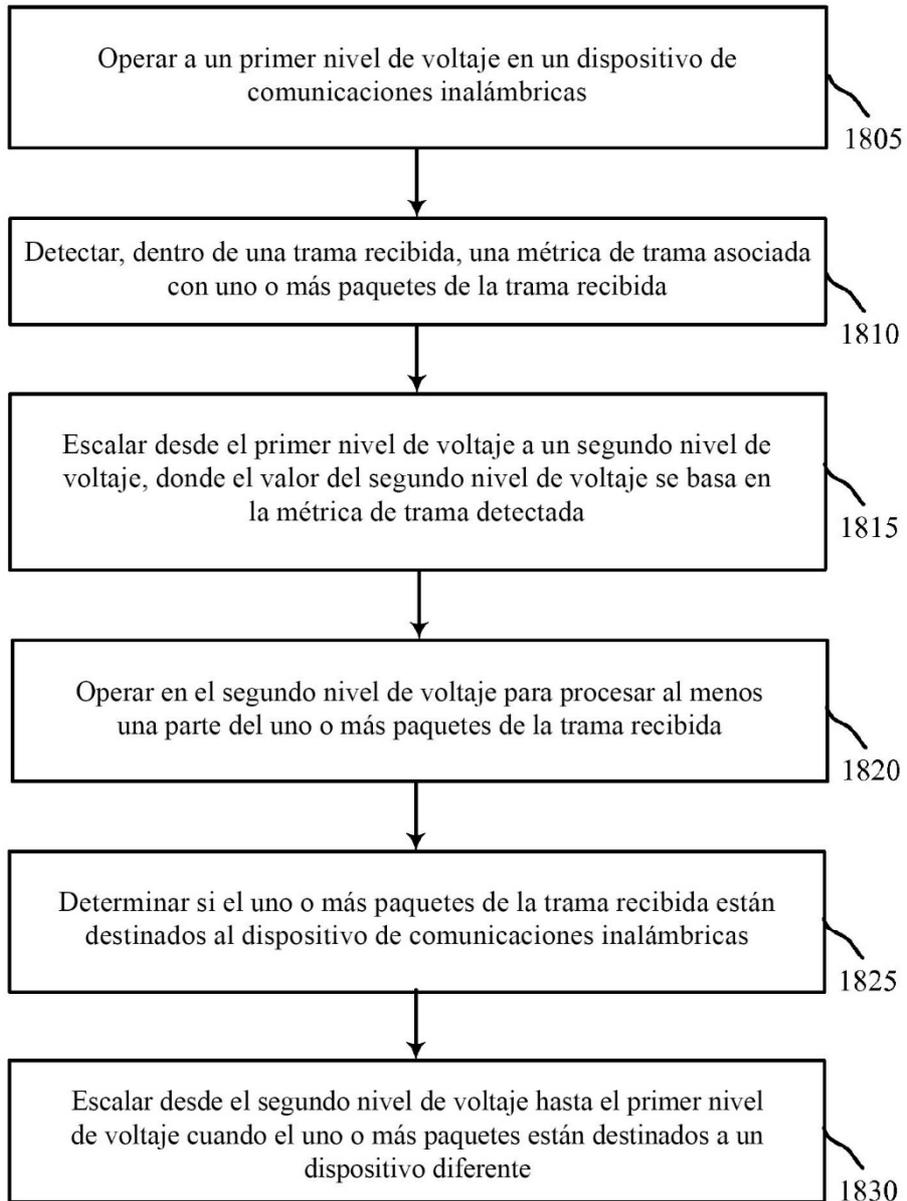


FIG. 18

1900

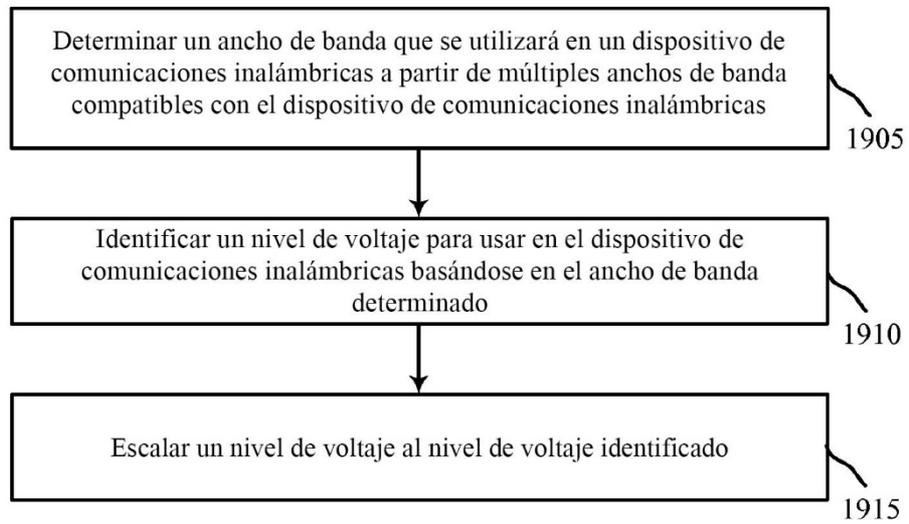


FIG. 19

2000

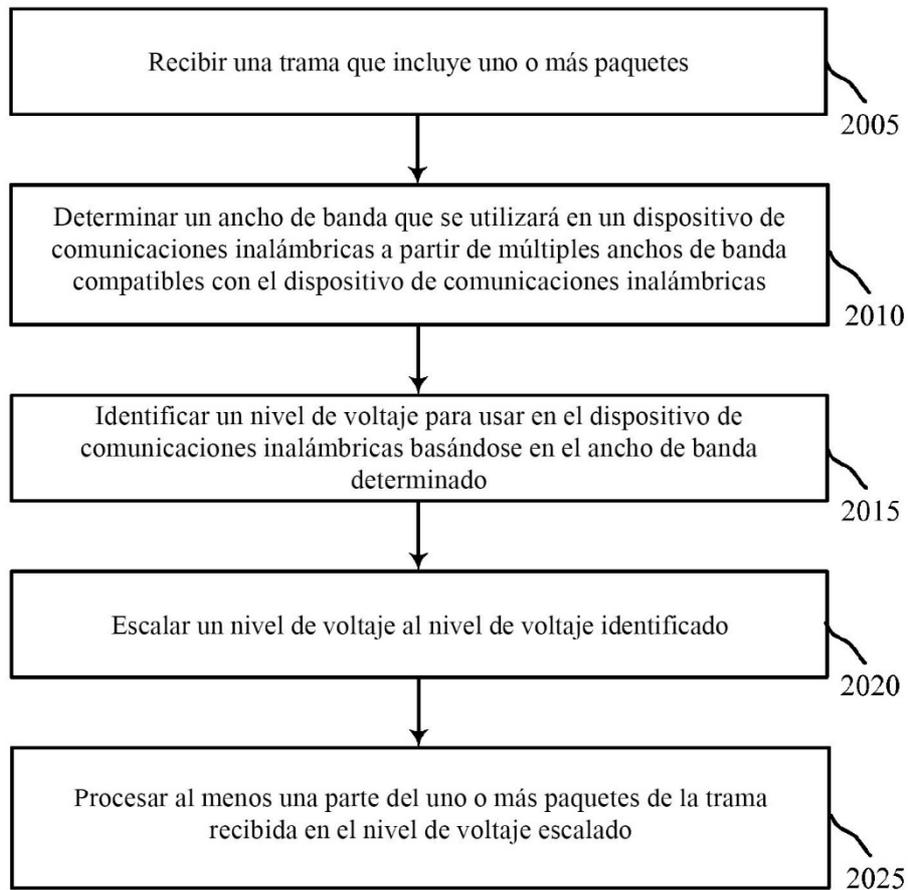


FIG. 20

2100

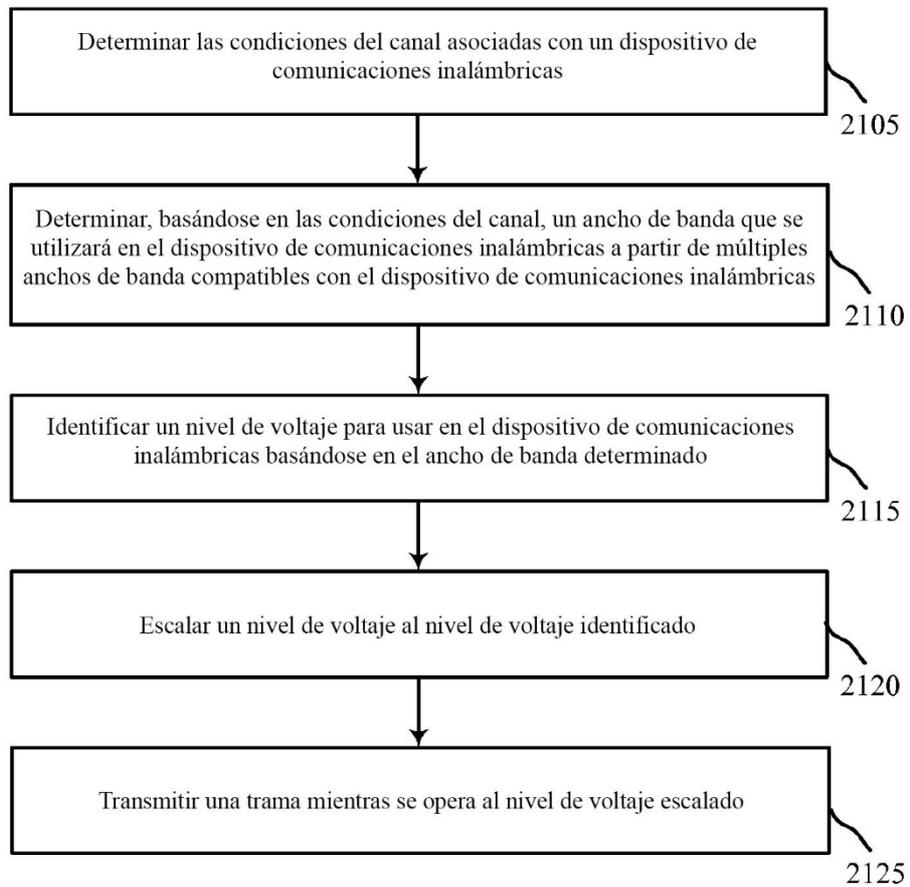


FIG. 21