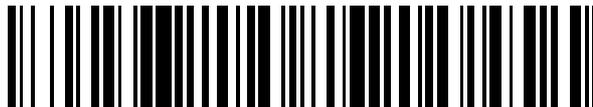


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 042**

51 Int. Cl.:

H04W 4/08 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04W 52/02 (2009.01)

H04W 56/00 (2009.01)

H04W 76/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.08.2014 PCT/SE2014/050923**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2015 WO15020602**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.08.2014 E 14757994 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 3031222**

54 Título: **Señalización de control directo en un sistema de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

09.08.2013 US 201361864397 P

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

22.02.2018

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)**

164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

**SORRENTINO, STEFANO;
MASINI, GINO LUCA y
WÄNSTEDT, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 656 042 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

Señalización de control directo en un sistema de comunicación inalámbrica

5 **Solicitudes relacionadas**

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional de EE.UU. 61/864397, presentada el 9 de agosto de 2013.

10 **Campo técnico**

La presente solicitud se refiere generalmente a un método y a un aparato en un sistema de comunicación inalámbrica, y específicamente a un método y aparato para la señalización de control directo en tal sistema.

15 **Antecedentes**

La comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D) es un componente bien conocido y ampliamente utilizado de muchas tecnologías inalámbricas existentes, incluidas redes ad hoc y celulares. Entre los ejemplos de comunicación de dispositivo a dispositivo se incluyen Bluetooth y varias variantes del conjunto de normas IEEE 802.11, como WiFi Direct. Estos sistemas funcionan en espectro sin licencia.

Se han propuesto comunicaciones de dispositivo a dispositivo como una base para redes celulares como un medio para aprovechar la proximidad de los dispositivos de comunicación y al mismo tiempo para permitir que los dispositivos funcionen en un entorno de interferencia controlada. Típicamente, se sugiere que tal comunicación de dispositivo a dispositivo comparta el mismo espectro que el sistema celular, por ejemplo reservando algunos de los recursos de enlace ascendente celular para propósitos de dispositivo a dispositivo. La asignación de espectro dedicado para propósitos de dispositivo a dispositivo es una alternativa menos probable ya que el espectro es un recurso escaso. Además, el intercambio (dinámico) entre los servicios de dispositivo a dispositivo y los servicios celulares es más flexible y proporciona una mayor eficiencia de espectro.

Los dispositivos que desean comunicarse, o que incluso simplemente se descubren entre sí, típicamente necesitan transmitir varias formas de señalización de control directamente entre sí. La señalización de control transmitida directamente entre dispositivos (es decir, como comunicación de dispositivo a dispositivo) se denomina aquí señalización de control directo. Un ejemplo de tal señalización de control directo es la llamada señal de descubrimiento (también conocida como señal de baliza). Una señal de descubrimiento al menos transmite algún tipo de identidad y es transmitida por un dispositivo que desea ser detectable por otros dispositivos. Otros dispositivos pueden buscar la señal de descubrimiento. Una vez que los otros dispositivos hayan detectado la señal de descubrimiento, pueden tomar la acción adecuada. Por ejemplo, los otros dispositivos pueden intentar iniciar una configuración de conexión con el dispositivo que transmite la señal de descubrimiento.

Cuando múltiples dispositivos transmiten la señalización de control directo (señales de descubrimiento o cualquier otro tipo de señalización de control directo), las transmisiones de los diferentes dispositivos pueden estar sincronizadas en el tiempo (mutuamente alineadas en el tiempo) o no sincronizadas. La sincronización podría obtenerse, por ejemplo, recibiendo señales apropiadas de una red celular superpuesta, o de un sistema de navegación por satélite global, tal como un sistema de posicionamiento global (GPS). Las señales de descubrimiento transmitidas por un dispositivo dentro de una célula, por ejemplo, típicamente están sincronizadas con una señal de referencia específica de la célula transmitida por la célula. Incluso en implementaciones no sincronizadas, puede ser beneficioso para diferentes células sincronizarse entre sí, manteniendo una resolución de tiempo hasta la que se puede obtener desde la red de retorno. Si el protocolo de tiempo de red (NTP) es la fuente de sincronización, las derivaciones de sincronización típicas son del orden de +/- 5 ms.

La falta de sincronización podría ocurrir cuando las señales de descubrimiento se transmiten entre células no sincronizadas, portadoras y/o redes móviles terrestres públicas (las PLMN). De acuerdo con los requisitos de ProSe, los dispositivos de comunicación inalámbrica que pertenecen a una célula necesitan poder descubrir los dispositivos de comunicación inalámbrica que acampan en otra célula. Además, los dispositivos de comunicación inalámbrica de proximidad pueden acampar en diferentes PLMN o diferentes portadoras. Cuando las diferentes células, portadoras o PLMN no están sincronizadas, desde una perspectiva de comunicación de dispositivo a dispositivo, no hay límites de célula.

El artículo de estudio de ProSe recomienda soportar la comunicación de dispositivo a dispositivo para dispositivos de comunicación inalámbrica de cobertura fuera de la red. En tal caso, diferentes opciones de sincronización son posibles: los dispositivos de comunicación inalámbrica pueden sincronizarse con una referencia global (por ejemplo, GPS) que es en general diferente de la referencia de sincronización de las redes implementadas. Alternativamente, los dispositivos de comunicación inalámbrica pueden funcionar de manera completamente asincrónica (sin referencia de sincronización). Otra opción es que los clústeres de dispositivos de comunicación inalámbrica se sincronicen con un dispositivo de comunicación inalámbrica específico, como una cabeza de clúster (CH). Este CH

proporciona sincronización local a sus dispositivos de comunicación inalámbrica vecinos. Los diferentes clústeres no están necesariamente sincronizados.

5 Los dispositivos de comunicación inalámbrica pueden descubrir señales de descubrimiento no sincronizadas en una portadora (o subbanda) determinada mediante la búsqueda de señales de descubrimiento a tiempo a través de sus recursos configurados/predefinidos. Esto se puede hacer, por ejemplo, mediante la correlación de dominio del tiempo de la señal recibida con las formas de onda de la señal de descubrimiento. Esto es similar a la forma en que los dispositivos de comunicación inalámbrica buscan células en un estándar de evolución a largo plazo (LTE) para la comunicación inalámbrica. LTE utiliza una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS).

15 Los dispositivos de comunicación inalámbrica pueden alternar entre un estado activo y un estado inactivo (es decir, recepción discontinua (DRX)). Durante un estado inactivo, la memoria y los relojes están activos, pero el dispositivo de comunicación inalámbrica está configurado para no controlar ninguna señalización de control directo. Durante un estado activo (o tiempo de despertarse), el dispositivo está configurado para monitorizar la señalización de control directo. La no monitorización de la señalización de control directo durante el estado inactivo reduce el consumo de energía del dispositivo.

20 El documento US 2013083675 divulga un método de sincronización de dispositivos inalámbricos, donde los dispositivos están organizados en grupos y los dispositivos dentro del mismo grupo están sincronizados con la misma referencia de temporización.

Sumario

25 Una o más realizaciones en el presente documento reconocen que la señalización de control directo no sincronizada entre dispositivos de comunicación inalámbrica amenaza esos dispositivos con un consumo de energía excesivo. De hecho, la naturaleza no sincronizada de la señalización de control directo sugiere que un dispositivo debe monitorizar la señalización de control directo desde otro dispositivo (es decir, permanecer en estado activo) durante un largo período de tiempo para garantizar que dicha señalización se detecte con latencia aceptable. Sin embargo, una o más realizaciones en el presente documento permiten ventajosamente al dispositivo monitorizar la señalización de control directo no sincronizada sin tener que permanecer en un estado activo durante un período de tiempo tan largo.

35 Más particularmente a este respecto, las realizaciones en el presente documento incluyen un primer dispositivo de comunicación inalámbrica en un primero de múltiples grupos de dispositivos de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica. Los dispositivos dentro de cualquier grupo dado se sincronizan con la misma referencia de temporización. Por el contrario, los dispositivos en diferentes grupos no están sincronizados con la misma referencia de temporización.

40 En algunas realizaciones, por ejemplo, los grupos corresponden a diferentes clústeres de dispositivos. Cada clúster tiene una cabeza de clúster que es un dispositivo que corresponde al clúster y que asigna recursos sobre qué dispositivos del clúster van a transmitir la señalización de control directo a otros dispositivos. En otras realizaciones, sin embargo, los grupos corresponden a diferentes células en un sistema de comunicación celular. Los nodos de red de radio proporcionan cobertura de radio para dispositivos en células respectivas.

45 Independientemente de si los grupos corresponden a clústeres o células, el primer dispositivo en algunas realizaciones está configurado para recibir un mensaje que indica, para cada uno de uno o más de los grupos, un rango de posibles valores de desalineación entre la referencia de temporización de ese grupo y una referencia de temporización común, donde dicho rango da cuenta de la incertidumbre en esa desalineación. Basándose en uno o más intervalos indicados por este mensaje recibido, el primer dispositivo determina los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir la señalización de control directo en el primer dispositivo desde uno o más dispositivos en uno o más grupos diferentes. Habiendo realizado esta determinación, el primer dispositivo ajusta ventajosamente los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo está configurado para funcionar en un estado activo para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir la señalización de control directo. El primer dispositivo en este aspecto monitoriza la señalización de control directo desde otros dispositivos cuando funciona en estado activo, pero no monitoriza dicha señalización de control directo cuando está funcionando en estado inactivo. En algunas realizaciones, por ejemplo, el dispositivo ajusta apenas sus tiempos de reposo alrededor de la temporización de la posible recepción de señalización de control directo intergrupala, para maximizar el tiempo de reposo mientras evita la pérdida de señalización de control directo intergrupala.

60 Independientemente, en una realización, el mensaje recibido indica el rango de valores posibles para la desalineación entre la referencia de temporización de un grupo dado y la referencia de temporización común, indicando el máximo de esos posibles valores.

65 En una realización, la referencia de temporización común es la referencia de temporización de uno de los grupos.

En una realización, el mensaje indica para al menos uno de los grupos diferentes rangos de posibles valores de desalineación entre la referencia de temporización de ese grupo y la referencia de temporización común. Estos diferentes rangos están asociados con diferentes recursos configurados para transmitir la señalización de control directamente entre dispositivos.

5 En otras realizaciones, el primer dispositivo está configurado para estimar de forma autónoma los intervalos de tiempo durante los cuales se espera que se reciba dicha señalización de control directo, en lugar de o junto con la recepción del mensaje anterior. En una realización, por ejemplo, el primer dispositivo está configurado para recibir la señalización de control directo desde un segundo dispositivo en el segundo de los grupos. Basándose en la
10 recepción de esta señalización de control directo, el primer dispositivo estima los intervalos de tiempo durante los cuales se espera que la señalización de control directo se reciba en el primer dispositivo desde los dispositivos en el segundo grupo. El primer dispositivo ajusta después los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo está configurado para funcionar en estado activo (para recibir la señalización de control directo del segundo grupo) para abarcar apenas estos intervalos de tiempo determinados, como se describió anteriormente.

15 En algunas realizaciones, esta estimación implica identificar la señalización de control directo recibida desde el segundo dispositivo como recibida desde un dispositivo en el segundo grupo, basándose en extraer una identidad del segundo grupo de la señalización de control directo. El primer dispositivo deriva entonces una referencia de temporización, o rango de posibles referencias de temporización, de este segundo grupo a partir de la temporización
20 con la que se recibió la señalización de control directo desde el segundo dispositivo. Finalmente, la estimación se realiza basándose en la suposición de que los dispositivos en el segundo grupo transmiten la señalización de control directo de acuerdo con la referencia de temporización derivada, o el rango de posibles referencias de temporización.

25 En una o más realizaciones, la estimación comprende determinar un rango de posibles valores para la desalineación entre las referencias de temporización del primer y segundo grupos, con este rango que da cuenta de la incertidumbre en esa desalineación. Este rango se determina en algunas realizaciones, por ejemplo, basándose en uno o más de: (i) un margen de error permitido para que los dispositivos en el primer o segundo grupo se consideren sincronizados con la misma referencia de temporización; (ii) retraso de propagación inherente entre un nodo de radio asociado con el primer o segundo grupo y dispositivos en ese grupo; y (iii) retraso de propagación inherente entre
30 dispositivos en diferentes grupos. Al menos una porción del rango de posibles valores de desalineación se puede determinar basándose en un protocolo de comunicación empleado para la comunicación en y/o entre los diferentes grupos.

35 Independientemente de cómo se determinan o estiman los intervalos de tiempo mencionados anteriormente, el ajuste del presente documento comprende en algunas realizaciones acortar los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo está configurado para funcionar en estado activo en comparación con antes de que el primer dispositivo determinara o estimara los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir la señalización de control directo.

40 En una o más realizaciones, el primer dispositivo, como resultado del ajuste, funciona preferentemente en el estado inactivo durante intervalos de tiempo cuando no se espera que la señalización de control directo se reciba en el primer dispositivo.

45 En algunas realizaciones, el primer dispositivo pasa a un estado inactivo antes de lo configurado nominalmente de acuerdo con el ajuste. El primer dispositivo responde a la recepción y a la descodificación de la señalización de control directo durante un intervalo de tiempo cuando el primer dispositivo se encuentra en estado activo.

50 En al menos una realización, el primer dispositivo prolonga ocasional o periódicamente los intervalos de tiempo durante los cuales está configurado nominalmente para funcionar en estado activo de acuerdo con el ajuste, de modo que esos intervalos de tiempo ya no abarquen apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir la señalización de control directo. Pero, cuando se recibe una señalización de control directo durante los intervalos de tiempo extendidos, el primer dispositivo reajusta los intervalos de tiempo durante los cuales está configurado para funcionar en el estado activo para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se
55 espera recibir la señalización de control directo, teniendo en cuenta la señalización de control directo recibida durante los intervalos de tiempo extendidos.

60 En otras realizaciones más, el primer dispositivo está configurado nominalmente de acuerdo con el ajuste para funcionar en un estado activo durante un recurso de tiempo recurrente periódicamente que abarca apenas los intervalos de tiempo durante los cuales espera recibir la señalización de control directo. En respuesta a la determinación de que no se ha detectado la señalización de control directo en el recurso de tiempo durante una cantidad definida de tiempo, el primer dispositivo aumenta la periodicidad del recurso de tiempo. Pero, en respuesta a la detección de que la señalización de control directo se ha reiniciado en ese recurso de tiempo, el primer dispositivo disminuye la periodicidad de ese recurso de tiempo.

65 Las realizaciones en el presente documento incluyen además aparatos, programas informáticos, portadoras y productos de programas informáticos correspondientes.

Por supuesto, la presente invención no está limitada a las características y ventajas anteriores. De hecho, los expertos en la técnica reconocerán características y ventajas adicionales al leer la siguiente descripción detallada, y al ver los dibujos adjuntos.

5 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con una o más realizaciones que incluye múltiples grupos de dispositivos de comunicación inalámbrica.

10 La figura 2 es un diagrama de bloques de una red de acceso de radio que incluye múltiples células correspondientes a los grupos en la figura 1, de acuerdo con una o más realizaciones.

15 La figura 3 es un diagrama de flujo lógico de un método realizado por un primer dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 4 ilustra un ejemplo de cómo el primer dispositivo de comunicación inalámbrica ajusta los intervalos de tiempo en que está configurado para funcionar en un estado activo, de acuerdo con una o más realizaciones.

20 La figura 5 es un diagrama de flujo lógico de un método realizado por un primer dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una o más realizaciones diferentes.

25 Las figuras 6 y 7 ilustran ejemplos de cómo el primer dispositivo de comunicación inalámbrica ajusta los intervalos de tiempo en que está configurado para funcionar en un estado activo, de acuerdo con una o más de otras realizaciones.

La figura 8 es un diagrama de bloques de un primer dispositivo de comunicación inalámbrica de acuerdo con una o más realizaciones.

30 **Descripción detallada**

La figura 1 muestra un sistema 10 de comunicación inalámbrica que comprende múltiples grupos 12 de dispositivos de 14 comunicación inalámbrica. Más específicamente, la figura 1 ilustra como ejemplo un grupo 12-1 de tres dispositivos 14-1 a 14-3, otro grupo 12-2 de tres dispositivos 14-4 a 14-6, y otro grupo más 12-3 de tres dispositivos 14-7 a 14-9. Los dispositivos 14 dentro de cualquier grupo 12 dado están sincronizados con la misma referencia de temporización, al menos dentro de un margen de error "aceptable" predefinido. Sincronizados de esta manera, los dispositivos 14 dentro de cualquier grupo 12 dado miden su transmisión y recepción de acuerdo con esta misma referencia de temporización. Por el contrario, los dispositivos 14 en diferentes grupos 12 no están sincronizados con la misma referencia de temporización, lo que significa que las referencias de temporización de diferentes grupos 12 (y por lo tanto la temporización de transmisión y recepción de diferentes grupos 12) están en riesgo de estar desalineadas.

45 Un nodo 16 de radio está asociado con cada grupo 12. Como se muestra, por ejemplo, el nodo 16-1 de radio está asociado con el grupo 12-1, el nodo 16-2 de radio está asociado con el grupo 12-2, y el nodo 16-3 de radio está asociado con el grupo 12-3. Un nodo 16 de radio como se utiliza en el presente documento está configurado para transmitir y recibir señales de radio, y para controlar uno o más dispositivos 12 dentro de su grupo asociado 12 en alguna capacidad (por ejemplo, controlando la referencia de temporización utilizada por el grupo 12).

50 En algunas realizaciones, por ejemplo, los diferentes grupos 12 corresponden a diferentes células en un sistema de comunicación celular. En este caso, los nodos 16 de radio en la figura 1 son nodos de red de radio (por ejemplo, estaciones base) que proporcionan cobertura de radio para los dispositivos 12 en sus células respectivas. Por lo tanto, este caso también se denomina apropiadamente en el presente documento como un caso de cobertura de red (NW), en el que los dispositivos 14 están dentro de la cobertura de una red de comunicación inalámbrica y se comunican con la red a través de los nodos de red de radio que proporcionan cobertura de radio para células respectivas.

60 La figura 2 ilustra ampliamente este caso de cobertura de red al ilustrar que los dispositivos 14 de comunicación inalámbrica están dentro de la cobertura de radio de los nodos 18 de red de radio (por ejemplo, estaciones base) en una red 20 de acceso de radio. Las células 22 proporcionadas por estos nodos 18 de red de radio corresponden a los grupos 12 de la figura 1, y pueden corresponder a diferentes células 22 de la misma red móvil terrestre pública (PLMN), diferente portadora, o diferente PLMN. Los dispositivos 14 ubicados en la misma célula 22 (que acampa en la misma célula 22) están sincronizados con la misma referencia de temporización y normalmente derivan esa sincronización del enlace descendente en esa célula 22. Esto asegura que las transmisiones desde diferentes dispositivos 14 están sincronizadas en el tiempo y, en consecuencia, la recepción en un dispositivo 14 dado está aproximadamente sincronizada. La diferencia de tiempo es proporcional a la distancia y podría ser absorbida por el prefijo cíclico en la multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), por ejemplo. En cualquier caso, el

caso de cobertura de red supone que los dispositivos 14 en cuestión están lo suficientemente cerca el uno del otro para comunicarse directamente entre sí, por ejemplo, a través de comunicación de dispositivo a dispositivo, independientemente de si los dispositivos 14 son servidos por diferentes nodos 18 de red de radio. Tal suposición a menudo es cierta, por ejemplo, en redes heterogéneas que emplean nodos de red de radio macro así como nodos de red de radio pico, micro, etc.

En otras realizaciones, los diferentes grupos 12 en la figura 1 corresponden a diferentes clústeres de dispositivos 14 que están sincronizados con la misma referencia de temporización. Este puede ser el caso, por ejemplo, en el que los dispositivos 14 no están configurados para comunicarse con cualquier red de comunicación inalámbrica (o simplemente no están dentro de la cobertura de dicha red), pero los dispositivos 14 dentro de cualquier clúster están dentro del rango de comunicación uno de otro para la comunicación de dispositivo a dispositivo. En este caso, que también se denomina apropiadamente en el presente documento como la falta de caso de cobertura de red, los nodos 16 de radio en la figura 1 son las denominadas cabezas de clúster. Una cabeza de clúster como se utiliza en el presente documento es un dispositivo 14 de comunicación inalámbrica que no solo pertenece a un grupo 12 de dispositivos 14, sino que también controla los dispositivos 14 en ese grupo 12 en alguna capacidad; es decir, la cabeza de clúster actúa como la cabeza de un clúster de dispositivos 14 que están sincronizados con la misma referencia de temporización. La cabeza de clúster en algunas realizaciones, por ejemplo, tiene una autoridad de control especial para asignar los recursos de "control directo" sobre qué dispositivos 14 en el clúster van a transmitir señalización de control directo a otros dispositivos 14. Es decir, en lugar de que los dispositivos 14 decidan de forma autónoma qué recursos transmiten señalización de control directo (por ejemplo, posiblemente dentro de un subconjunto de recursos preconfigurados, como una cierta subbanda), la cabeza de clúster toma dicha decisión en nombre del clúster como todo. La cabeza de clúster controla alternativa o adicionalmente los dispositivos 14 en un grupo 12 controlando la referencia de temporización utilizada por ese grupo 12.

Independientemente de si los grupos 12 en la figura 1 constituyen células o clústeres, los dispositivos 14 transmiten la denominada señalización de control directo con otros dispositivos 14 en el mismo grupo 12 o en un grupo diferente. La señalización de control directo a este respecto se refiere a la señalización de control transmitida directamente entre los dispositivos 14, es decir, como una comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D) que no implica ningún nodo intermedio. Un ejemplo de tal señalización de control directo es la llamada señal de descubrimiento (también conocida como señal de baliza) que un dispositivo 14 transmite para ser descubierta por otros dispositivos 14 próximos. Todas las realizaciones en el presente documento que se centran en tales señales de descubrimiento son igualmente aplicables a otros tipos de señalización de control directo a menos que se indique lo contrario. En al menos algunas realizaciones, un nodo 16 de radio para un grupo 12 configura recursos para la transmisión de señalización de control directo, tal como señales de descubrimiento, de acuerdo con un patrón periódico, regular, disperso en el tiempo, o predefinido de otro modo. Los recursos de tiempo (y posiblemente de frecuencia) para la transmisión/recepción de señalización de control directo en cualquier grupo 12 dado se definen con respecto a la referencia de temporización de ese grupo 12. Con los dispositivos 14 en cualquier grupo dado que sincronizan su transmisión y recepción de acuerdo con la misma referencia de temporización, la señalización de control directo entre esos dispositivos 14 está sincronizada por naturaleza. Por el contrario, dado que los dispositivos 14 en diferentes grupos 12 miden su transmisión y recepción de acuerdo con diferentes referencias de temporización, la señalización de control directo entre los dispositivos 14 en diferentes grupos 12 no está sincronizada por naturaleza.

En interés de la eficiencia energética, cualquier dispositivo 14 de comunicación inalámbrica dado funciona en un estado activo o en un estado inactivo de acuerdo con un ciclo de estado activo-inactivo (por ejemplo, ciclo DRX). En estado activo, un dispositivo 14 monitoriza la señalización de control directo desde otros dispositivos 14, encendiendo uno o más receptores. En un estado inactivo, por el contrario, un dispositivo 14 no monitoriza dicha señalización de control directo, desconectando uno o más receptores. En consecuencia, un dispositivo 14 conserva más energía cuando funciona en estado inactivo que cuando está funcionando en estado activo. Sin embargo, la naturaleza no sincronizada de la señalización de control directo intergrupala amenaza la capacidad de un dispositivo de ahorrar energía de esta manera.

Sin embargo, un dispositivo 14 de acuerdo con una o más realizaciones en el presente documento monitoriza la señalización de control directo intergrupala de una manera eficiente en energía a pesar de la naturaleza no sincronizada de tal señalización. A este respecto, cualquier dispositivo 14 dado transmite y monitoriza nominalmente la señalización de control directo de acuerdo con la referencia de temporización de su grupo 12. Esto sugeriría de otro modo que el dispositivo 14 debe controlar la señalización de control directo intergrupala durante un largo período de tiempo (dado que el dispositivo 14 no tiene información sobre cuándo esperar la señalización de control intergrupala debido a su naturaleza no sincronizada). Una o más realizaciones en el presente documento permiten ventajosamente que el dispositivo 14 controle la señalización de control directo no sincronizado sin tener que permanecer en un estado activo durante un período de tiempo tan largo.

La figura 3, por ejemplo, ilustra realizaciones que permiten que un dispositivo 14 haga esto proporcionando al dispositivo 14 un tipo particular de mensaje. Específicamente a este respecto, un primer dispositivo 14-1 de comunicación inalámbrica en el grupo 12-1 está configurado para implementar el método 100 mostrado en la figura 3, de acuerdo con una o más realizaciones. El primer dispositivo 14-1 está configurado para recibir un mensaje

particular (Bloque 110), por ejemplo, desde el nodo 16-1 de radio (es decir, estación base o cabecera de clúster) asociado con el grupo del dispositivo 12-1. Este mensaje particular indica, para cada uno de uno o más de los grupos 12, un rango de posibles valores de desalineación entre la referencia de temporización de ese grupo 12 y una referencia de temporización común, donde tal intervalo da cuenta de la incertidumbre en esa desalineación. En algunas realizaciones, la referencia de temporización común es la referencia de temporización de un cierto grupo 12, lo que significa que el mensaje indica directamente el rango de posible desalineación entre las referencias de temporización de diferentes grupos. En otras realizaciones, la referencia de temporización común es una referencia de temporización absoluta (por ejemplo, una referencia de temporización global o universal separada de cualquier grupo 12). En este caso, el mensaje aún indica el rango de posible desalineación entre las referencias de temporización de diferentes grupos, pero el mensaje lo indica solo indirectamente a través de la referencia de temporización absoluta o junto con otra información. En cualquier caso, por lo tanto, el mensaje proporciona información efectiva para el primer dispositivo 14-1 para determinar un rango de posible desalineación de temporización entre diferentes grupos 12 (por ejemplo, entre el grupo 12-1 y el grupo 12-2 y/o entre el grupo 12-1 y grupo 12-3), teniendo en cuenta la incertidumbre en esa desalineación. Donde los grupos 12 corresponden a las células 22, por ejemplo, el mensaje en al menos algunas realizaciones incluye una indicación de error/inexactitud de la sincronización entre la célula de servicio y otras células cercanas, cuyos dispositivos 14 están transmitiendo señalización de control directo de interés.

Independientemente, el primer dispositivo 14-1 está configurado además para determinar, en función de uno o más rangos indicados por el mensaje recibido, los intervalos de tiempo durante los cuales se espera (o probablemente) que se reciba la señalización de control directo desde uno o más dispositivos 12 en uno o más otros grupos 12 (es decir, grupo 12-2 y/o grupo 12-3) (Bloque 120). Es decir, el primer dispositivo 14-1 determina a partir del rango o rangos indicados que, si un dispositivo (por ejemplo, el dispositivo 14-4) en un grupo diferente (por ejemplo, el grupo 12-2) transmite tal señalización de control directo, esa señalización debe recibirse en el primer dispositivo 14-1 dentro de los intervalos de tiempo determinados, dado el rango de desalineación de sincronización posible entre los grupos en cuestión (por ejemplo, los grupos 12-1 y 12-2). En cualquier caso, una vez hecha esta determinación, el primer dispositivo 14-1 ajusta los intervalos de tiempo durante los cuales está configurado para funcionar en estado activo para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera (o probablemente) que se reciba la señalización de control directo (Bloque 130). En algunas realizaciones, por ejemplo, el primer dispositivo 14-1 funciona preferentemente en el estado inactivo durante intervalos de tiempo cuando, de acuerdo con la determinación anterior, no se espera o no es probable que se reciba ninguna señalización de control directo intergrupar. Esto efectivamente conserva la energía del dispositivo al tiempo que garantiza una latencia aceptable para detectar la señalización de control directo intergrupar.

En al menos un sentido general, el mensaje que el primer dispositivo 14-1 recibe en la figura 3 describe de manera efectiva la naturaleza no sincronizada de la señalización de control directo intergrupar en el sistema 10, teniendo en cuenta la incertidumbre en esa naturaleza no sincronizada. La información en este sentido efectivamente hace que el dispositivo 14-1 sea consciente del conjunto de recursos en el tiempo donde se espera la señalización de control directo (por ejemplo, señales de descubrimiento), incluso desde los dispositivos en otros grupos 12 (por ejemplo, vecinos). El primer dispositivo 14-1 de acuerdo con la figura 3 explota ventajosamente esta información sobre la naturaleza no sincronizada de la señalización para adaptar más apenas la temporización de su monitorización de señalización de control directo (por ejemplo, ciclo de estado activo-inactivo o ciclo DRX) a la temporización de la posible recepción de señalización de control directo.

En algunas realizaciones, el mensaje recibido indica un rango de valores posibles para la desalineación entre la referencia de temporización de un grupo 12 dado y una referencia de temporización común, indicando el máximo de uno de esos valores posibles. Es decir, el rango se indica en términos de la máxima desalineación de temporización posible (por ejemplo, con una desalineación de tiempo mínima posible siendo conocida o predefinida). Donde los grupos 12 corresponden a las células 22, por ejemplo, el intervalo de temporización puede describir la desalineación de temporización máxima entre las células 22 en la proximidad.

Sin embargo, sin importar la implementación particular, el mensaje indica notablemente el rango de desalineación de temporización, a diferencia de un solo desplazamiento de alineación de temporización, para dar cuenta de una o más fuentes de incertidumbre en la desalineación. En algunas realizaciones, una de tales fuentes de incertidumbre se origina a partir del margen de error permitido para que los dispositivos 14 en el mismo grupo 12 se consideren sincronizados con la misma referencia de temporización. De hecho, este margen de error permite de manera efectiva un rango de posibles valores de desalineación entre las referencias de temporización reales utilizadas por los dispositivos 14 en el mismo grupo 12. El rango de desalineación de temporización indicado por el mensaje abarca y de otra manera da cuenta de este margen de error.

Alternativa o adicionalmente, se origina otra fuente de incertidumbre a partir del retraso de propagación inherente entre el nodo 16 de radio de un grupo (por ejemplo, estación base o cabecera de clúster) y los dispositivos 14 en ese grupo 12. De hecho, este retraso de propagación afecta la percepción de un dispositivo de la referencia de temporización del grupo en una medida desconocida.

Como otro ejemplo más, se origina otra fuente de incertidumbre a partir del retraso de propagación inherente entre

los dispositivos 14 en diferentes grupos 12. Este retraso de propagación desconocido afecta la percepción de un dispositivo del grado de desalineación entre las referencias de temporización de los grupos.

Las fuentes de incertidumbre explicadas por el mensaje no están limitadas, por supuesto, a los ejemplos anteriores. Es decir, en general, una o más realizaciones en el presente documento prevén que dicho o más rangos de desalineación indicados por el mensaje explican cualquiera o todas las fuentes de tal incertidumbre, que incluyen los que no se describen explícitamente en los ejemplos anteriores.

Con una comprensión de esta incertidumbre, el primer dispositivo 14-1 de acuerdo con algunas realizaciones reduce ventajosamente los intervalos de tiempo durante los cuales está configurado para funcionar en el estado activo, por ejemplo, en comparación con antes de que el primer dispositivo 14-1 determinara los intervalos de tiempo durante los cuales se espera que se reciba la señalización de control directo. Considere, por ejemplo, el ciclo de estado activo-inactivo (es decir, DRX) que se muestra en la figura 4. Como se muestra, la temporización de estado activo del ciclo se ha ajustado mediante el primer dispositivo 14-1 a partir de una temporización 20 más ineficiente en cuanto a energía en la que el dispositivo 14-1 funciona en estado activo durante largos períodos de tiempo hasta una temporización 22 más eficiente en cuanto a energía en la que el dispositivo 14-1 funciona en estado activo durante periodos de tiempo más cortos. De hecho, en lugar de tener sus intervalos de tiempo de estado activo (denominados aquí "ventanas DRX") abarcan ampliamente los tiempos durante los cuales la señalización de control directo debería recibirse bajo las posibilidades más conservadoras, el primer dispositivo 14-1 ajusta su tamaño de ventana DRX para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera (o es probable) que se reciba la señalización de control directo (por ejemplo, desde el dispositivo 14-2 en el grupo 12-1 y el dispositivo 14-4 en el grupo 12-2). Es decir, el dispositivo 14-1 ajusta su período DRX de modo que esté despierto durante las ventanas de DC y permanezca inactivo durante el tiempo restante, con el fin de la recepción de señalización de control directo. Por supuesto, el dispositivo 14-1 puede aún despertarse durante otros períodos para realizar operaciones diferentes a la recepción de señalización de control directo, pero al hacerlo, el dispositivo 14-1 está despierto para recibir la señalización de control directo solo para los intervalos de tiempo cuando se espera que se reciba tal señalización de control directo. Estos intervalos de tiempo, como se describió anteriormente, explican en particular la incertidumbre en la desalineación de temporización entre los grupos 12-1 y 12-2. Donde los grupos 12 en la figura 1 corresponden a las células 22, por ejemplo, el ancho de las ventanas DC puede depender del margen de sincronización y/o la precisión de sincronización entre las células 22, y puede ser del orden de +/- algunos milisegundos. En cualquier caso, esto significa que todavía existirá alguna ineficacia energética inherente en la monitorización de señalización intergrupar del primer dispositivo (es decir, la ventana DRX puede ser aún más larga de lo que hubiera sido si hubiera habido certeza absoluta en la desalineación de temporización). Pero el ajuste de temporización de estado activo anterior reduce esta ineficiencia de energía en algunas realizaciones en la medida de lo posible dada esta incertidumbre.

Con el interés de reducir esta incertidumbre y por lo tanto aumentar la eficiencia energética, un dispositivo 14 de comunicación inalámbrica de acuerdo con una o más realizaciones adicionales estima de forma autónoma los intervalos de tiempo durante los cuales se espera (o es probable) que se reciba la señalización de control directo intergrupar, en lugar de o junto con la recepción del mensaje anterior. Un primer dispositivo 14-1 de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones, por lo tanto, es un dispositivo "inteligente" que implementa alternativa o adicionalmente el método 200 mostrado en la figura 5.

Como se muestra en la figura 5, el primer dispositivo 14-1 recibe la señalización de control directo desde un segundo dispositivo 14-4 en un segundo grupo 12-2 (Bloque 210). El primer dispositivo estima, basándose en el tiempo con el que se recibió la señalización de control directo desde el segundo dispositivo 14-4, intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo 14-1 espera recibir la señalización de control directo desde los dispositivos 14 en el segundo grupo 12 -2 (Bloque 220). De manera similar a las realizaciones anteriores, el primer dispositivo 14-1 ajusta entonces los intervalos de tiempo durante los cuales está configurado para funcionar en estado activo (para recibir la señalización del segundo grupo 12-2) para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera que se reciba la señalización de control directo del segundo grupo 12-2 (Bloque 230).

En general, por lo tanto, el primer dispositivo 14-1 estima la temporización de la recepción de señalización de control directo para un grupo 12 dado basándose en cuándo detectó con éxito la señalización de control directo desde uno o más dispositivos 14 dentro de ese grupo 12. En una realización, por ejemplo, el primer dispositivo 14-1 detecta con éxito al menos alguna señalización de control directo de dispositivos (por ejemplo, el dispositivo 14-4) que pertenece a un grupo 12 dado. El primer dispositivo 14-1 estima entonces la temporización asociada con ese grupo 12 dado y acorta su ventana de receptor alrededor de las instancias de temporización de recepción de recepción esperadas (por ejemplo, de una manera similar a la mostrada en la figura 4). Al estimar de forma autónoma la temporización correcta para diferentes grupos (por ejemplo, células o clústeres) basándose en la recepción de señalización de control directo real, las ventanas de recepción en la figura 5 pueden ser más estrechas que las alcanzadas en la figura 3.

Como se muestra en la figura 5, el primer dispositivo 14-1 en algunas realizaciones explota la información de identidad del grupo transmitida por señalización de control directo con el fin de lograr la estimación descrita anteriormente. Específicamente, el primer dispositivo 14-1 en estas realizaciones identifica la señalización de control directo como recibida desde el segundo dispositivo 14-4 en un grupo particular, es decir, el Grupo 12-2, basado en la

extracción de una identidad de ese grupo (por ejemplo, una identidad de célula, identidad de PLMN y/o identidad de clúster) a partir de la señalización de control directo (Bloque 212). Este enfoque, por supuesto, se basa en los dispositivos 14 para transmitir información sobre su identidad de grupo con el fin de ayudar a otros dispositivos 14 a asociar a su grupo con la sincronización correcta. En cualquier caso, una vez realizada esta identificación, el primer dispositivo 14-1 deriva una referencia de temporización (o rango de posibles referencias de temporización) del grupo particular 12-2 a partir de la temporización con la que se recibió la señalización de control directo (Bloque 214). Basándose en la suposición de que los dispositivos 14 en el grupo particular 12-2 transmiten señalización de control directo de acuerdo con la referencia de temporización derivada, el primer dispositivo 14-1 estima ventajosamente los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir la señalización de control directo en el primer dispositivo 14-1 desde los dispositivos 14 en el grupo particular 12-2.

En al menos algunas realizaciones, la estimación anterior retrasa el funcionamiento en un estado activo-inactivo eficiente en el consumo de energía hasta que se recibe suficiente señalización de control directo para estimar la referencia de temporización en cuestión. En este sentido, entonces, el enfoque de estimación autónoma demuestra menos eficiencia energética que los enfoques de señalización descritos con respecto a la figura 3. Sin embargo, la estimación anterior en algunas realizaciones proporciona más certeza en la desalineación de temporización entre los grupos 12, lo que significa que el dispositivo inalámbrico 14-1 adapta más apenas su temporización de estado de despierto-reposo a la posible recepción de señalización de control directo en comparación con la realizada en el enfoque de señalización. De hecho, en al menos algunas realizaciones, el primer dispositivo 14-1 realiza su estimación en el bloque 220 de la figura 5 determinando por sí mismo un rango de posibles valores de desalineación entre las referencias de temporización del primer y segundo grupo 12-1, 12-2, con el rango explicando la incertidumbre en esa desalineación como se describió anteriormente. Es decir, el primer dispositivo 14-1 en sí mismo estima de manera efectiva o caracteriza la incertidumbre tomando en cuenta una o más de las fuentes de incertidumbre mencionadas anteriormente. Por ejemplo, en una realización, el primer dispositivo 14-1 determina por sí mismo el rango de valores posibles para la desalineación basándose en uno o más de (i) un margen de error permitido para los dispositivos 14 en el primer o segundo grupo 12-1, 12-2 para ser considerado como sincronizado con la misma referencia de temporización; (ii) retraso de propagación inherente entre un nodo 16 de radio asociado con el primer o segundo grupo 12-1, 12-2 y los dispositivos 14 en ese grupo; y (iii) retraso de propagación inherente entre dispositivos 14 en diferentes grupos 12. El primer dispositivo 14-1 puede, por ejemplo, en algunas realizaciones determinar una porción del rango de desalineación atribuible a cualquier fuente de incertidumbre dada basándose en uno o más parámetros asociados con la comunicación en y/o entre los grupos 12 en cuestión (por ejemplo, el protocolo de comunicación empleado).

Independientemente de si se utiliza el enfoque de estimación autónomo de la figura 5 o el enfoque de señalización de la figura 3, el primer dispositivo 14-1 en algunas realizaciones implementa ciertas otras características con el fin de ahorrar energía adicional y/o asegurar la recepción de señalización de control directo. En una o más realizaciones, por ejemplo, el primer dispositivo 14-1 ahorra energía mediante la transición a un estado inactivo antes de lo configurado nominalmente de acuerdo con el ciclo de estado activo-inactivo ajustado, que responde a la detección/descodificación de señalización de control directo. Específicamente, el primer dispositivo 14-1 en algunas realizaciones recibe y decodifica la señalización de control directo durante un intervalo de tiempo cuando el primer dispositivo 14-1 está en un estado activo. A pesar de que el primer dispositivo 14-1 aún está nominalmente configurado para estar en estado activo (es decir, de acuerdo con el ciclo de estado activo-inactivo apenas adaptado), el primer dispositivo 14-1 realiza una transición temprana al estado inactivo con dicha decodificación de señalización de control directo, basándose en una suposición o conocimiento de que no se espera recibir ninguna señalización de control directo. Por ejemplo, una vez que el primer dispositivo 14-1 ha decodificado correctamente cualquier señalización de control directo dentro de la ventana de CC, se convierte en modo de reposo aunque la ventana de DC aún no ha expirado. Esto se debe a que ya se recibió la correspondiente señalización de control directo y no es necesario que el primer dispositivo 14-1 permanezca despierto y consuma batería para esa instancia de ventana de DC (por ejemplo, correspondiente a una determinada instancia de descubrimiento donde la señalización de control directo es una señal de descubrimiento). Independientemente, al menos en algunas realizaciones, esta transición temprana al estado inactivo no afecta de otro modo el ciclo de estado activo-inactivo nominalmente configurado del primer dispositivo 14-1.

De acuerdo con una o más realizaciones diferentes, el primer dispositivo 14-1 prolonga ocasional o periódicamente los intervalos de tiempo durante los cuales está configurado nominalmente para funcionar en un estado activo, de modo que esos intervalos de tiempo ya no se ajustan apenas como se describió anteriormente. El primer dispositivo 14-1 hace esto con el interés de actualizar posteriormente su estrecha adaptación de los intervalos de tiempo de vigilia. De hecho, cuando se recibe una señalización de control directo durante esos intervalos de tiempo extendidos, el primer dispositivo 14-1 reajusta los intervalos de tiempo durante los cuales está configurado para funcionar en un estado activo para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera que se reciba la señalización de control directo, lo que representa la señalización de control directo recibida durante esos intervalos de tiempo extendidos. De esta manera, el primer dispositivo 14-1 no pierde la señalización de control directo de los nuevos grupos 12 de los dispositivos 14 que han estado dentro del rango de comunicación desde la última adaptación del primer dispositivo de sus intervalos de tiempo de vigilia (que no tuvieron en cuenta estos nuevos grupos).

De hecho, una vez que la ventana de recepción se ha acortado de acuerdo con, por ejemplo, una de las realizaciones anteriores, el primer dispositivo 14-1 arriesga perderse la nueva señalización de control directo que cae fuera de la ventana de recepción estrecha. Este puede ser el caso, por ejemplo, cuando el primer dispositivo 14-1 se mueve cerca de nuevas células o clústeres. Con el fin de evitar dicho problema, como se acaba de describir, el primer dispositivo 14-1 realiza una búsqueda periódica u ocasionalmente de una señalización de control directo basándose en un tiempo de activación más prolongado. Durante tal tiempo de activación, es probable que el primer dispositivo 14-1 pueda adquirir la temporización para todos o al menos la mayoría de los dispositivos 14 que están cerca que están transmitiendo la señalización de control directo. El tiempo de activación más prolongado en algunas realizaciones que implican la señalización de descubrimiento, por ejemplo, corresponde aproximadamente a un ciclo de descubrimiento completo en el que todos los dispositivos 14 implicados en el descubrimiento transmiten sus señales de descubrimiento al menos una vez. Una vez que se adquiere la temporización para tales dispositivos 14, la ventana DRX en algunas realizaciones se acorta en consecuencia.

Considérese el ejemplo en la figura 6. Como se muestra en el Bloque 1, el primer dispositivo 14-1 inicialmente adaptó sus intervalos de tiempo de activación a la temporización esperada de la señalización de control directo recibida desde el dispositivo 14-4 en el grupo 12-2. Sin embargo, desde el momento en que se hace, el primer dispositivo 14-1 ha entrado dentro del rango de comunicación del grupo 12-3, del cual se supone que el dispositivo 14-7 es un miembro. Con el fin de garantizar que el primer dispositivo 14-1 detecte la señalización de control directo en tal situación, el primer dispositivo 14-1 está configurado para ocasional o periódicamente realizar un ciclo de vigilia más largo (DRX), como se muestra en el Bloque 2. Durante tal ciclo de activación más prolongado, el primer dispositivo 14-1 detecta la señalización de control directo desde el dispositivo 14-7 con una temporización diferente (ya que el dispositivo 14-7 pertenece a un grupo diferente al dispositivo 14-4). Posteriormente, por supuesto, el primer dispositivo 14-1 ajusta a medida sus ciclos de activación (DRX) alrededor de la temporización de recepción de señalización de control directo esperada de ambos Grupos 12-2 y 12-3 (es decir, para los dispositivos 14-4 y 14-7). Como se muestra en el Bloque 3, por ejemplo, el primer dispositivo 14-1 en algunas realizaciones está configurado para funcionar incluso en un estado inactivo entre las ventanas de recepción esperadas para los grupos 12-2 y 12-3 (por ejemplo, de manera no periódica).

Todavía una o más realizaciones adicionales en ciertas circunstancias dejan caer al menos algunos de los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo 14-1 está configurado nominalmente para funcionar en un estado activo. Estas realizaciones resultan ventajosas, por ejemplo, cuando, debido a la movilidad y otras razones, los dispositivos 14 pueden dejar de estar en las proximidades o pueden dejar de transmitir la señalización de control directo. En este caso, sería un desperdicio de energía para el dispositivo receptor 14 mantener los recursos de monitorización donde ya no está transmitiendo ningún dispositivo 14.

De acuerdo con estas realizaciones, por lo tanto, el primer dispositivo 14 está nominalmente configurado para funcionar en un estado activo durante un recurso de tiempo periódicamente recurrente que abarca apenas los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo 14-1 espera recibir la señalización de control directo. En respuesta a la determinación de que no se ha detectado la señalización de control directo en ese recurso de tiempo durante un período de tiempo definido, el primer dispositivo 14-1 aumenta la periodicidad del recurso de tiempo. Es decir, el intervalo entre los hechos periódicos de ese recurso de tiempo (es decir, el intervalo entre los hechos periódicos de las instancias de ventana DRX) aumenta, en lugar de eliminar completamente la monitorización de ese recurso, por si acaso se reinicia una señalización de control directo en ese recurso. De hecho, en respuesta a la detección de que la señalización de control directo se ha reiniciado en el recurso de tiempo, el primer dispositivo 14-1 disminuye la periodicidad del recurso de tiempo de nuevo.

La figura 7 ilustra estas realizaciones con un ejemplo simple. Como se muestra, el primer dispositivo 14-1 está configurado nominalmente para funcionar en un estado activo durante un recurso de tiempo recurrente periódicamente que abarca apenas los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo 14-1 espera recibir la señalización de control de los dispositivos del grupo 12-2, incluyendo como se muestra el dispositivo 14-4. En el tiempo t_1 , el primer dispositivo 14-1 determina que no se ha detectado señalización de control directo en este recurso de tiempo. En respuesta a esto, el primer dispositivo 14-1 aumenta la periodicidad del recurso de tiempo (es decir, de modo que tiene una periodicidad más larga como se muestra). Eventualmente, en el tiempo t_2 , otro dispositivo 14-5 en el grupo 12-2 comienza a transmitir la señalización de control directo. El primer dispositivo 14-1 pierde la primera transmisión de señalización de control directo en el tiempo t_2 porque el primer dispositivo 14-1 está conservando energía con la periodicidad más larga. Sin embargo, en el tiempo t_3 , el primer dispositivo 14-1 detecta la transmisión de señalización de control directo del dispositivo 14-5 y reanuda su periodicidad más corta como antes.

Una implementación particular de tales realizaciones implica que el primer dispositivo 14-1 reajuste un temporizador siempre que se detecte una señalización de control directo correspondiente a una determinada instancia de temporización y ventana DRX. Si el temporizador excede un cierto valor antes de que se detecte una nueva señalización de control directo dentro de la misma ventana DRX (es decir, no se ha detectado ninguna señalización de DC dentro de la ventana DRX durante un tiempo determinado), se aumenta el intervalo entre ventanas DRX. Esto es para ahorrar energía del dispositivo y para asegurar que es posible detectar si la actividad se reinicia en ese recurso después de un tiempo. Si la actividad se reinicia, el intervalo de monitorización, es decir, el intervalo entre

las ventanas DRX, se reduce de nuevo en algunas realizaciones.

Obsérvese que, en una o más realizaciones, puede haber diferentes rangos de valores posibles para la desalineación entre la referencia de temporización de un grupo y la referencia de temporización común. Estos diferentes rangos pueden estar asociados, por ejemplo, a diferentes recursos configurados para transmitir la señalización de control directo entre dispositivos.

En vista de las modificaciones y variaciones anteriores, la figura 8 muestra una realización de ejemplo de un dispositivo 14 de comunicación inalámbrica. El dispositivo 14 de comunicación inalámbrica comprende uno o más circuitos 30 de procesamiento configurados para realizar el método en la figura 3 y/o la figura 5. El dispositivo 14 de comunicación inalámbrica también incluye uno o más circuitos 32 de transceptor de radio configurados para transmitir y recibir señales de radio. Dicho circuito o más circuitos 32 de transceptor de radio, por ejemplo, incluye diversos componentes de radiofrecuencia (no mostrados) para recibir y procesar señales de radio de otros nodos de radio, a través de una o más antenas, utilizando técnicas de procesamiento de señal conocidas. Notablemente, uno o más circuitos 32 de transceptor de radio también están configurados para transmitir y recibir directamente señales de radio hacia/desde otros dispositivos 14 de comunicación inalámbrica, por ejemplo, a través de comunicación de dispositivo a dispositivo.

El dispositivo 14 de comunicación inalámbrica en algunas realizaciones comprende además una o más memorias 34 para almacenar el software que será ejecutado, por ejemplo, por uno o más circuitos 30 de procesamiento. El software comprende instrucciones para permitir que dicho circuito o más circuitos 30 de procesamiento realicen el método como se muestra en la figura 3 y/o la figura 5. La memoria 34 puede ser un disco duro, un medio de almacenamiento magnético, un disquete o disco portátil de ordenador, memoria flash, memoria de acceso aleatorio (RAM) o similar. Además, la memoria 34 puede ser una memoria de registro interna de un procesador.

Por supuesto, no todos los pasos de las técnicas descritas en este documento se realizan necesariamente en un solo microprocesador o incluso en un único módulo. Por lo tanto, un circuito de control más generalizado configurado para llevar a cabo las operaciones descritas anteriormente puede tener una configuración física que corresponde directamente al circuito o circuitos 30 de procesamiento o puede estar incorporado en dos o más módulos o unidades. El dispositivo 14 de comunicación inalámbrica puede incluir, por ejemplo, diferentes unidades funcionales, cada una configurada para llevar a cabo un paso particular de las figuras 3 y/o la figura 5.

Los expertos en la técnica también apreciarán que las realizaciones en el presente documento incluyen además un programa informático correspondiente. El programa informático comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador de un dispositivo 14 de comunicación inalámbrica, hacen que el dispositivo 14 lleve a cabo cualquiera de los procesos descritos anteriormente. Las realizaciones incluyen además una portadora que contiene dicho programa informático. Esta portadora puede comprender uno de una señal electrónica, señal óptica, señal de radio o medio de almacenamiento legible por ordenador. Los expertos en la técnica apreciarán que dicho programa informático de acuerdo con algunas realizaciones comprende uno o más módulos de código contenidos en la memoria 34, cada módulo configurado para llevar a cabo un paso particular de las figuras 3 y/o la figura 5.

Como se utiliza en el presente documento, el término "dispositivo 14 de comunicación inalámbrica" es cualquier dispositivo configurado para comunicarse de forma inalámbrica con otro nodo y para comunicarse directamente con otro dispositivo 14 de comunicación inalámbrica (es decir, a través de comunicación de dispositivo a dispositivo). Por lo tanto, un dispositivo 14 de comunicación inalámbrica incluye un equipo de usuario (UE), un teléfono móvil, un teléfono celular, un Asistente Digital Personal (PDA) equipado con capacidades de comunicación de radio, un teléfono inteligente, un ordenador portátil o personal (PC) equipado con un dispositivo interno o módem de banda ancha móvil externo, una tableta con capacidades de comunicación de radio, un dispositivo de comunicación de radio electrónico portátil, un dispositivo de sensor equipado con capacidades de comunicación de radio, un dispositivo de máquina a máquina, o similar.

También como se utiliza en el presente documento, el término "nodo de red de radio" se refiere a un nodo de radio que es parte de una red 20 de acceso de radio. Un nodo de red de radio, por ejemplo, incluye un eNB en LTE, un nodo de control que controla una o más unidades de radio remotas (RRU), una estación base 16 de radio, un punto de acceso o similar. El nodo de red de radio en algunas realizaciones está configurado para funcionar mediante un denominado ancho de banda del sistema. Una porción de este ancho de banda del sistema en algunas realizaciones está reservado, estática o dinámicamente, para la comunicación D2D. Por lo tanto, un ancho de banda de DC está disponible para su asignación a, por ejemplo, mensajes DC.

Además, como se utiliza en el presente documento, una referencia de temporización incluye cualquier referencia en el dominio del tiempo que funcione como una fuente común para la sincronización en el dominio del tiempo. Una referencia de temporización puede incluir, por ejemplo, la temporización de una ventana de transmisión o recepción definida. En LTE, por ejemplo, tal incluye la temporización de una subtrama de LTE en algunas realizaciones.

Aún más, diferentes recursos de señalización de control directo en el presente documento en algunas realizaciones tienen los mismos anchos de ventana de temporización. Sin embargo, en otras realizaciones, diferentes recursos de

señalización de control directo están asociados con anchos de ventana de temporización diferentes.

5 Los expertos en la técnica también apreciarán que los diversos "circuitos" descritos pueden referirse a una combinación de circuitos analógicos y digitales, incluyendo uno o más procesadores configurados con software almacenado en la memoria y/o firmware almacenado en la memoria que, cuando son ejecutados por dicho procesador o más procesadores, funcionan como se describe arriba. Uno o más de estos procesadores, así como el otro hardware digital, pueden incluirse en un solo circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), o varios procesadores y diversos hardware digitales pueden distribuirse entre varios componentes separados, ya sean empaquetados o ensamblados individualmente en un sistema en chip (SoC).

10 Por lo tanto, los expertos en la técnica reconocerán que la presente invención se puede llevar a cabo de otras maneras que aquellas específicamente establecidas en el presente documento sin apartarse de las características esenciales de la invención. Además, las realizaciones anteriores pueden implementarse independientemente o en combinación entre sí. Las presentes realizaciones se deben considerar en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

15

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método implementado por un primer dispositivo (14-1) de comunicación inalámbrica en un primer (12-1) de múltiples grupos (12) de dispositivos (14) de comunicación inalámbrica en un sistema (10) de comunicación inalámbrica, donde los dispositivos (14) en cualquier grupo (12) dado están sincronizados con la misma referencia de temporización y los dispositivos (14) en diferentes grupos (12) no están sincronizados con la misma referencia de temporización, caracterizado el método por:
- 5 recibir (110) un mensaje que indica, para cada uno de uno o más de los grupos (12), un rango de valores posibles para la desalineación entre la referencia de temporización de ese grupo (12) y una referencia de temporización común, dicho intervalo representa la incertidumbre en esa desalineación;
- 10 determinar (120), basándose en dicho rango o más rangos indicados por el mensaje, intervalos de tiempo durante los cuales se espera que la señalización de control directo se reciba en el primer dispositivo (14-1) desde uno o más dispositivos (14) en uno o más otros grupos (12-2, 12-3); y
- 15 ajustar (130) los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo (14-1) está configurado para funcionar en un estado activo para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir dicha señalización de control directo, en el que el primer dispositivo (14-1) funciona en el estado activo o en el estado inactivo, y en el estado activo y el estado inactivo el primer dispositivo (14-1) respectivamente monitoriza y no monitoriza la señalización de control directo desde otros dispositivos (14).
- 20
- 2.- El método de la reivindicación 1, en el que dicho mensaje indica el rango de posibles valores de desalineación entre la referencia de temporización de un grupo dado y la referencia de temporización común, indicando el máximo de esos posibles valores.
- 25
- 3.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que la referencia de temporización común es la referencia de temporización de uno de dichos grupos (12).
- 30
- 4.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dicho mensaje indica para al menos uno de dichos grupos (12) diferentes rangos de posibles valores de desalineación entre la referencia de temporización de ese grupo y la referencia de temporización común, en el que dichos rangos diferentes están asociados con diferentes recursos configurados para transmitir la señalización de control directamente entre dispositivos (14).
- 35
- 5.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicho ajuste comprende acortar los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo (14-1) está configurado para funcionar en estado activo en comparación con antes de que el primer dispositivo (14-1) determinara o estimara los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir dicha señalización de control directo.
- 40
- 6.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizado además porque, como resultado de dicho ajuste, opera preferentemente el primer dispositivo (14 -1) en estado inactivo durante intervalos de tiempo cuando no se espera recibir dicha señalización de control directo en el primer dispositivo (14-1).
- 45
- 7.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, caracterizado además por la transición del primer dispositivo (14-1) a un estado inactivo antes de ser configurado nominalmente de acuerdo con dicho ajuste, que responde a la recepción y descodificación de la señalización de control directo durante un intervalo de tiempo cuando el primer dispositivo (14-1) está en estado activo.
- 50
- 8.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, caracterizado además por:
- extender ocasional o periódicamente los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo (14-1) está nominalmente configurado para funcionar en el estado activo de acuerdo con dicho ajuste, de modo que esos intervalos de tiempo ya no abarcan apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir dicha señalización de control directo; y
- 55 cuando se recibe una señalización de control directo durante dichos intervalos de tiempo extendidos, reajustar los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo (14-1) está configurado para funcionar en el estado activo para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera que se reciba dicha señalización de control directo, que tiene en cuenta la señalización de control directo recibida durante dichos intervalos de tiempo extendidos.
- 60
- 9.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que, de acuerdo con dicho ajuste, el primer dispositivo (14-1) está configurado nominalmente para funcionar en estado activo durante un recurso de tiempo recurrente periódicamente que abarca apenas los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo (14-1) espera recibir la señalización de control directo, y en el que el método está caracterizado además por:
- 65

en respuesta a la determinación de que no se ha detectado la señalización de control directo en dicho recurso de tiempo durante una cantidad de tiempo definida, aumentar la periodicidad de dicho recurso de tiempo; y

5 en respuesta a la detección de que la señalización de control directo se ha reiniciado en dicho recurso de tiempo, disminuir la periodicidad de dicho recurso de tiempo.

10.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dichos grupos (12) corresponden a diferentes clústeres de dispositivos (14), cada clúster tiene una cabeza de clúster que es un dispositivo (14) que pertenece al clúster y que asigna recursos sobre los cuales los dispositivos (14) del clúster han de transmitir la señalización de control directo a otros dispositivos (14).
10

11.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dicho sistema (10) de comunicación inalámbrica comprende un sistema de comunicación celular, incluyendo dicho sistema los nodos (16) de red de radio que proporcionan cobertura de radio para dispositivos (14) en células respectivas (22), en el que dichos grupos (12) corresponden a diferentes células (22) en el sistema (10).
15

12.- Un primer dispositivo (14-1) de comunicación inalámbrica en un primer (12-1) de múltiples grupos (12) de dispositivos (14) de comunicación inalámbrica en un sistema (10) de comunicación inalámbrica, donde los dispositivos (14) en cualquier grupo (12) dado están sincronizados con la misma referencia de temporización y los dispositivos (14) en diferentes grupos (12) no están sincronizados con la misma referencia de temporización, en el que el primer dispositivo (14-1) de comunicación inalámbrica está configurado para:
20

recibir un mensaje que indique, para cada uno de uno o más de los grupos (12), un rango de valores posibles para la desalineación entre la referencia de temporización de ese grupo (12) y una referencia de temporización común, teniendo dicho intervalo en cuenta la incertidumbre en esa desalineación;
25

determinar, basándose en uno o más rangos indicados por el mensaje, los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir la señalización de control directo en el primer dispositivo (14-1) desde uno o más dispositivos (14) en uno o más grupos (12-2, 12-3); y
30

ajustar los intervalos de tiempo durante los cuales el primer dispositivo (14-1) está configurado para funcionar en un estado activo para abarcar apenas los intervalos de tiempo durante los cuales se espera recibir dicha señalización de control directo, en el que el primer dispositivo (14-1) funciona en el estado activo o en el estado inactivo, y en el estado activo y el estado inactivo, el primer dispositivo (14-1), respectivamente, monitoriza y no monitoriza la señalización de control directo desde otros dispositivos (14).
35

13.- El primer dispositivo de comunicación inalámbrica de la reivindicación 12, configurado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 2-4.

40 14.- El primer dispositivo de comunicación inalámbrica de cualquiera de las reivindicaciones 12-13, configurado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 5-10-

15.- Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecuta por al menos un procesador de un primer dispositivo (14-1) de comunicación inalámbrica en un sistema (10) de comunicación inalámbrica, hace que el primer dispositivo (14-1) de comunicación inalámbrica lleve a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1-11.
45

16.- Una portadora que contiene el programa informático de la reivindicación 15, en la que la portadora es una de entre una señal electrónica, señal óptica, señal de radio, o medio de almacenamiento legible por ordenador.

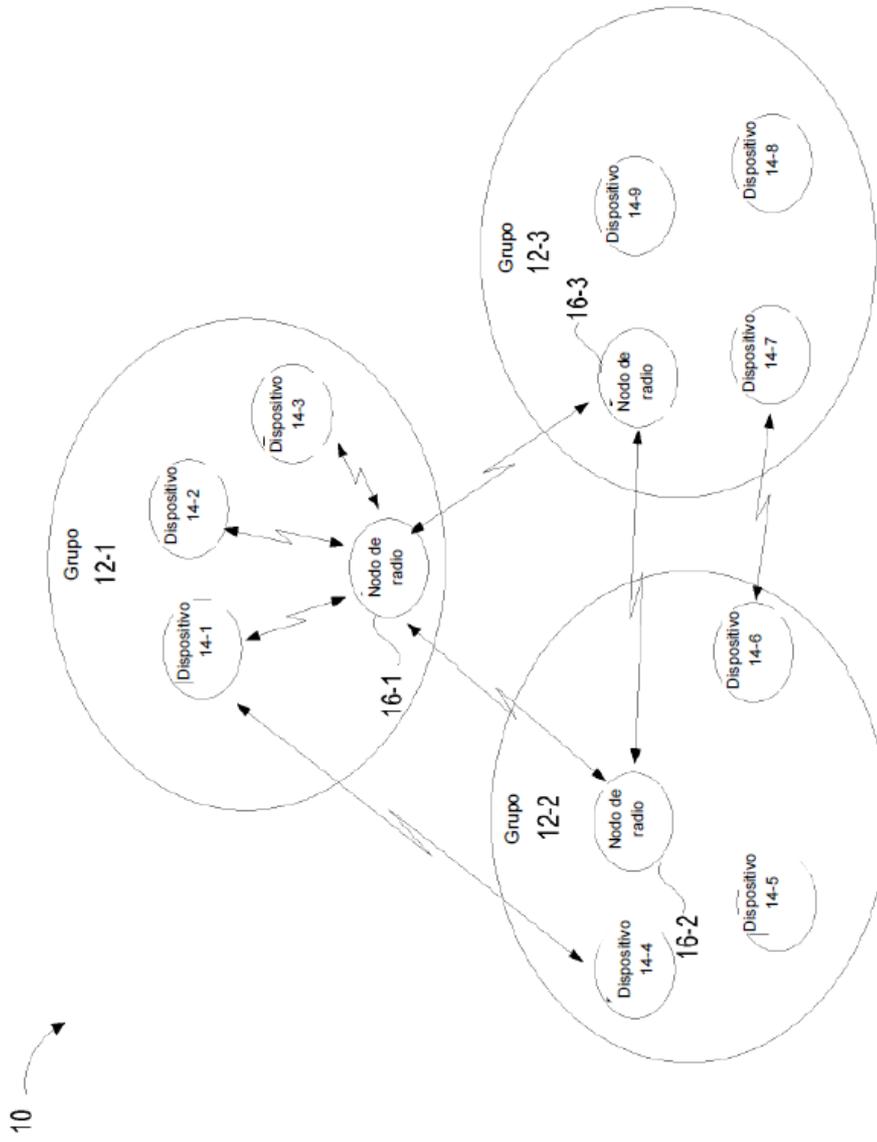


FIG. 1

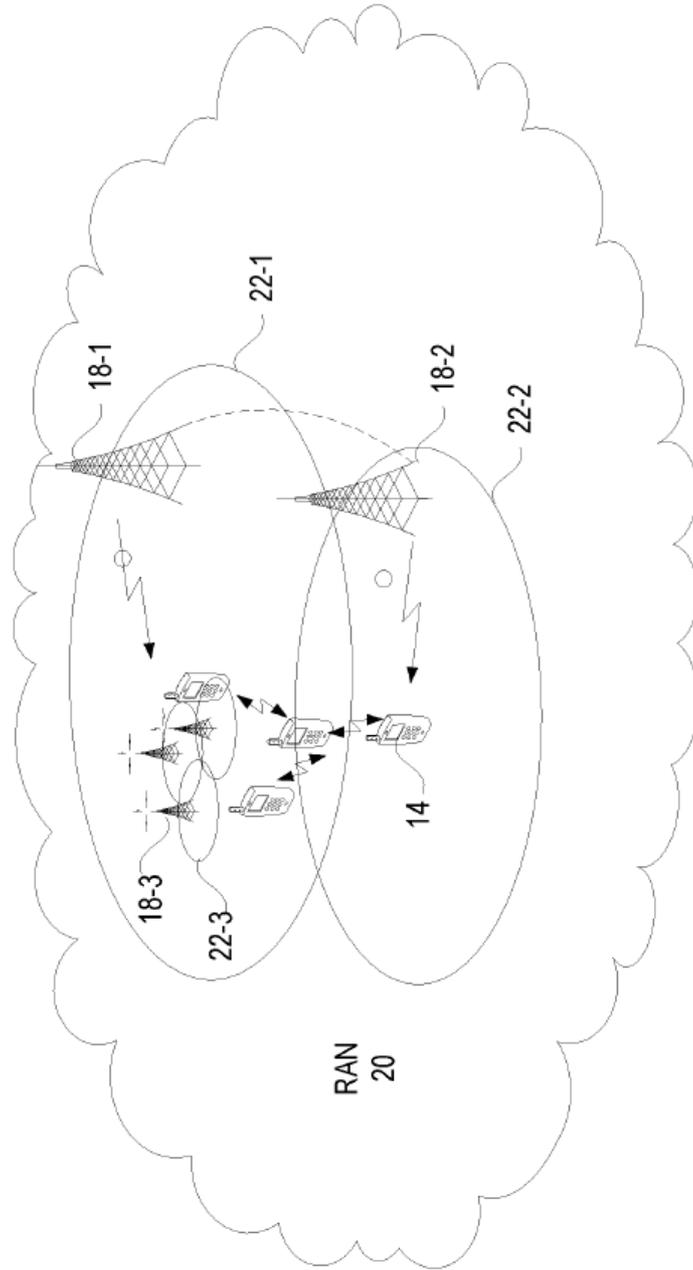


FIG. 2

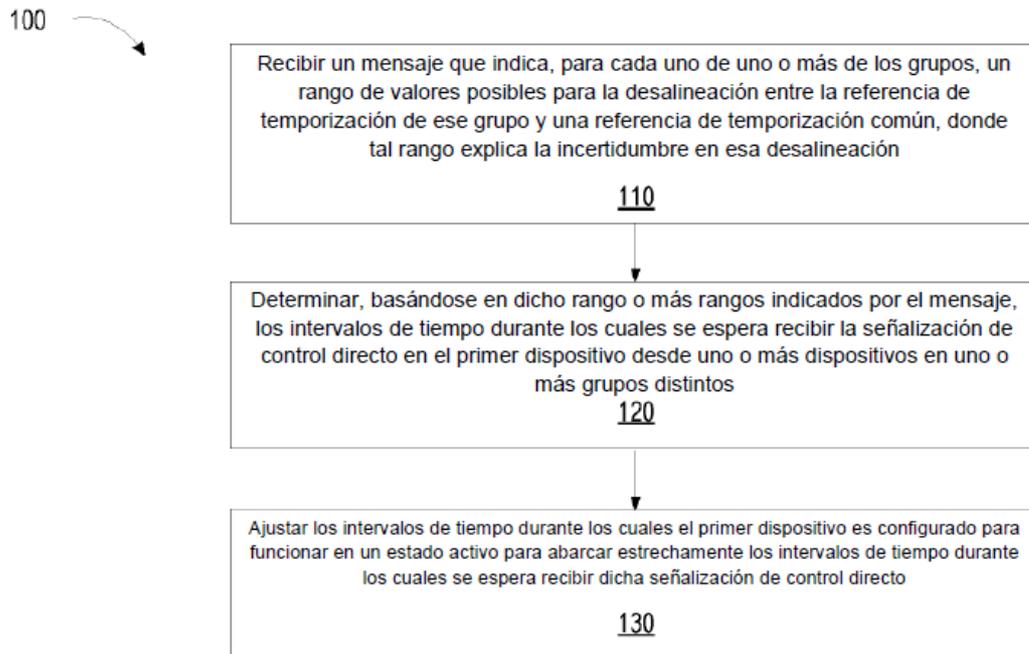


FIG. 3

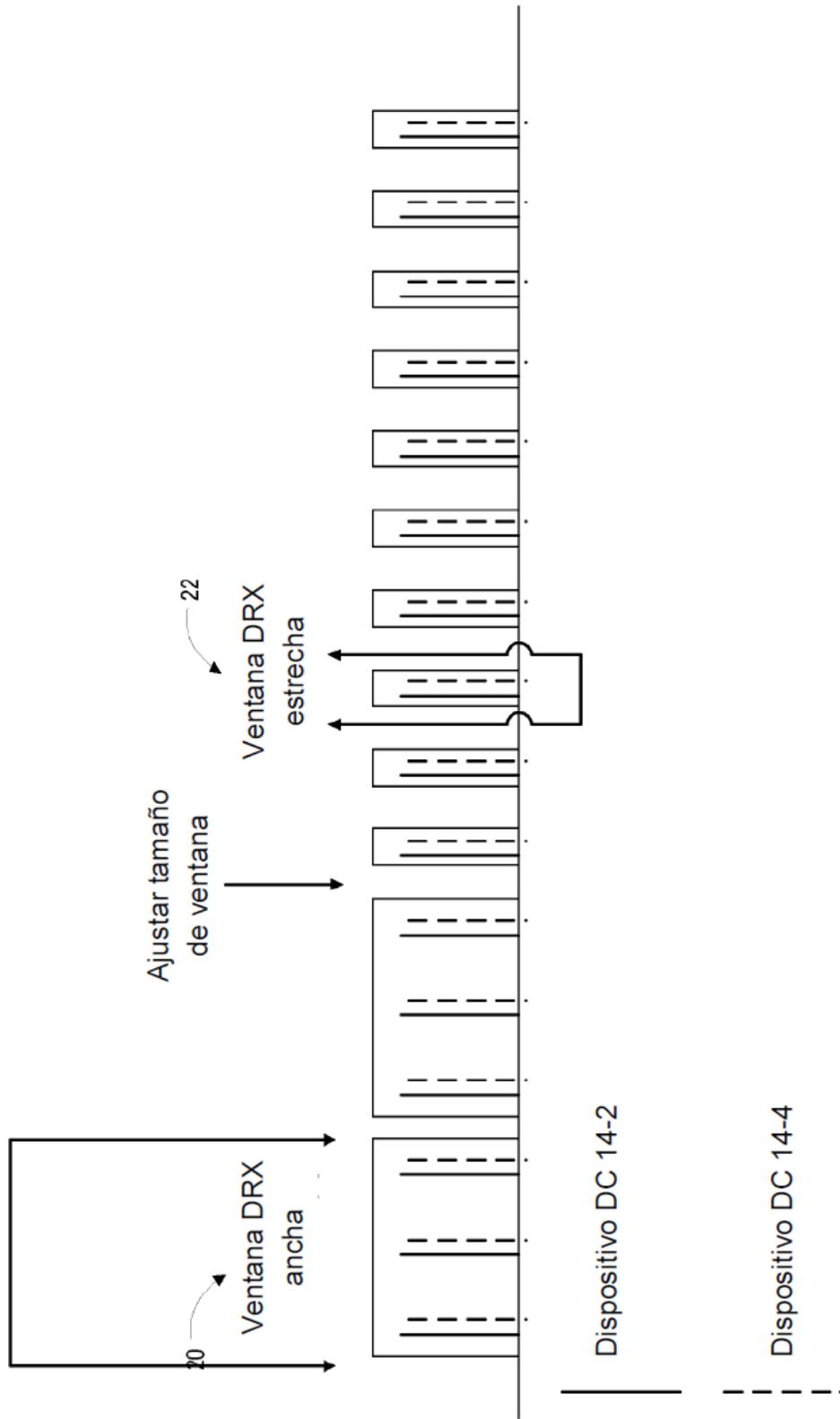


FIG. 4

200

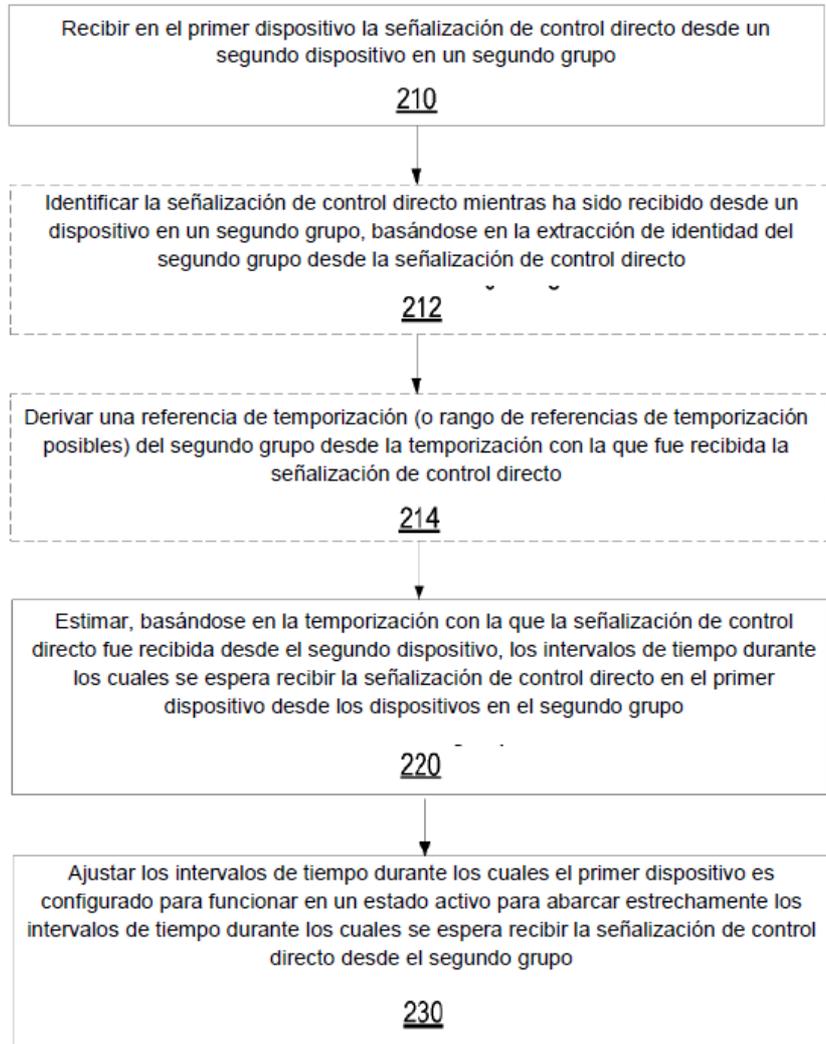


FIG. 5

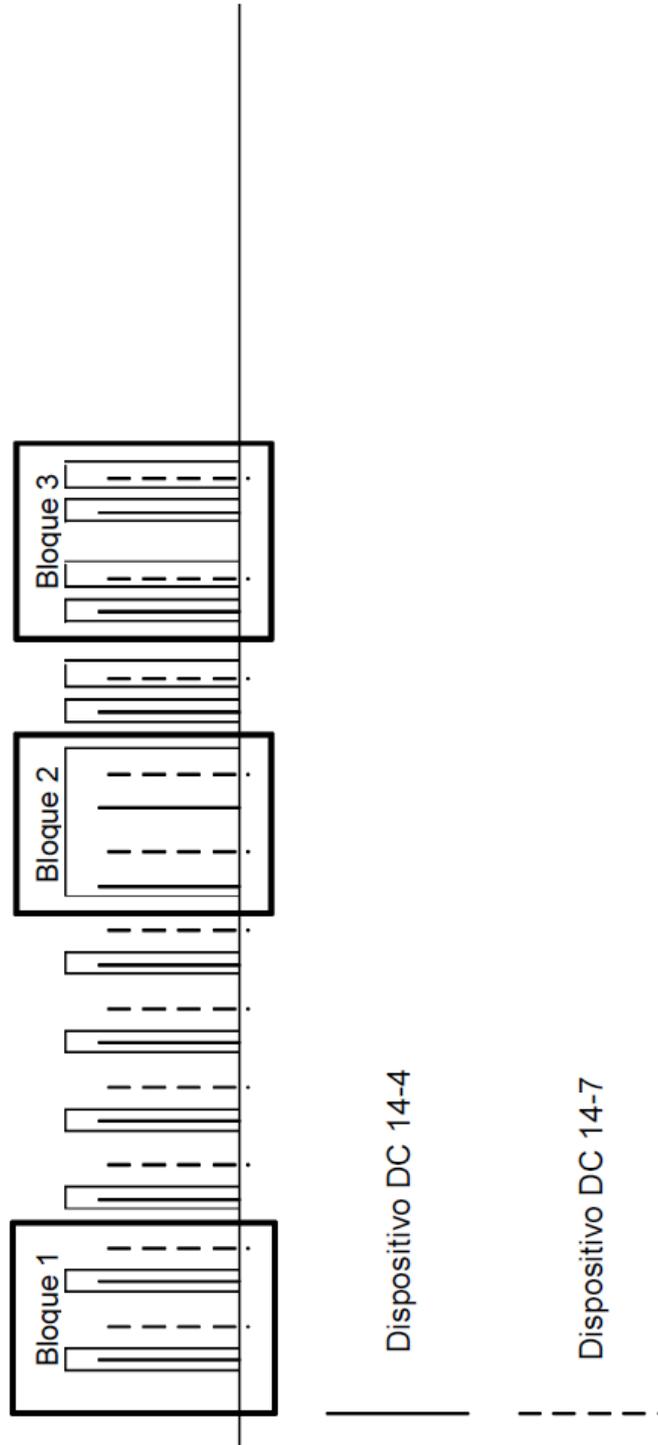


FIG. 6

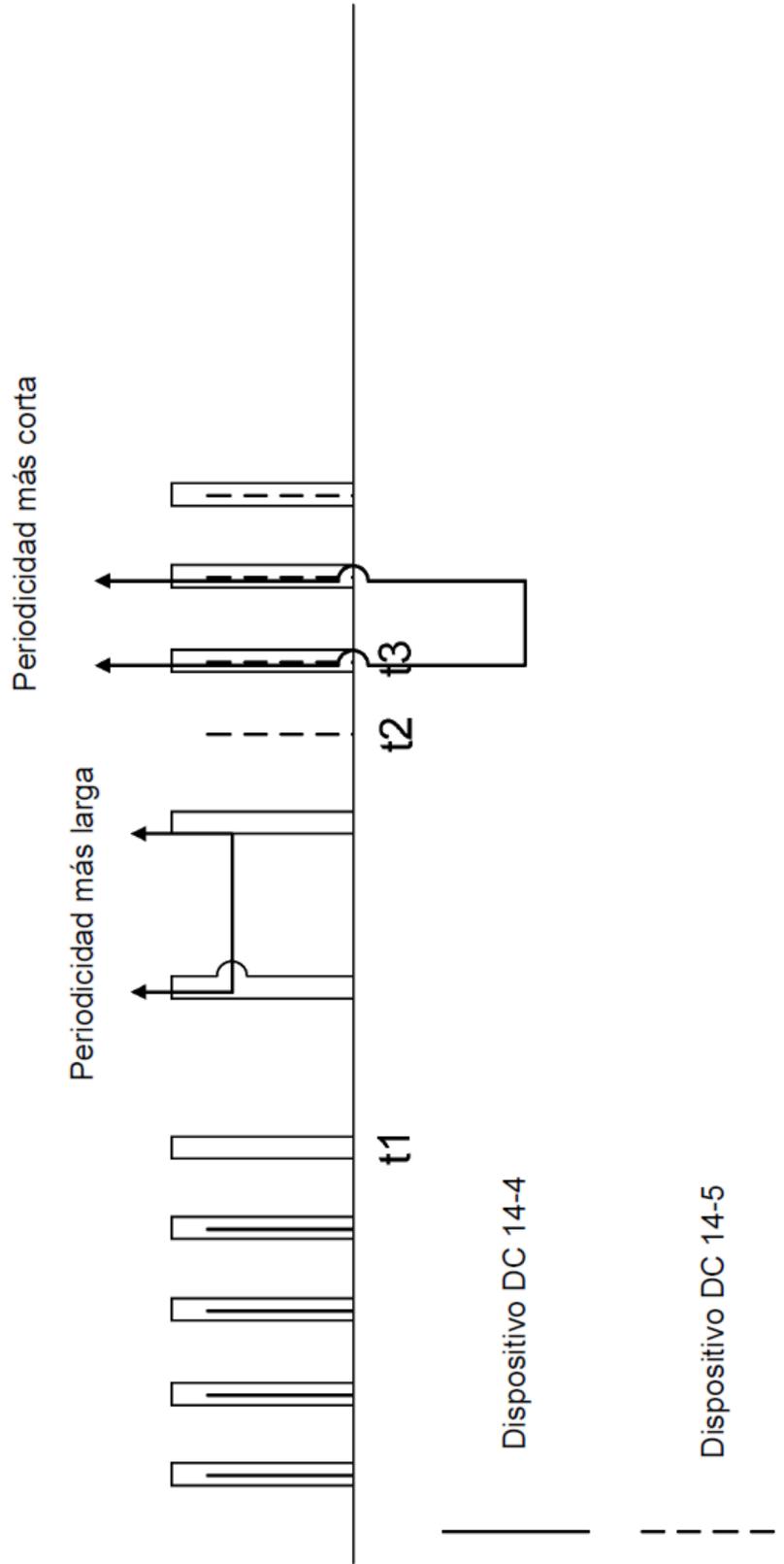


FIG. 7



FIG. 8