

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 943**

51 Int. Cl.:

**H04W 52/46** (2009.01)

**H04W 52/38** (2009.01)

**H04W 16/32** (2009.01)

**H04W 92/20** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2014 PCT/JP2014/068228**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15045555**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2014 E 14848438 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3051890**

54 Título: **Aparato de control de comunicaciones, método de control de comunicaciones, aparato de radiocomunicaciones y método de radiocomunicaciones**

30 Prioridad:

**25.09.2013 JP 2013198022**

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

**23.07.2020**

73 Titular/es:

**SONY CORPORATION (100.0%)  
1-7-1 Konan, Minato-ku  
Tokyo 108-0075, JP**

72 Inventor/es:

**UCHIYAMA, HIROMASA;  
SAWAI, RYO y  
KIMURA, RYOTA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 774 943 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**

Aparato de control de comunicaciones, método de control de comunicaciones, aparato de radiocomunicaciones y método de radiocomunicaciones

5

**CAMPO TÉCNICO**

La presente invención se refiere a un aparato de control de comunicaciones, un método de control de comunicaciones, un aparato de radiocomunicaciones y un método de radiocomunicaciones.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

El reciente entorno de radiocomunicaciones se ha enfrentado con el problema del rápido aumento del tráfico de datos. Por lo tanto, en 3 GPP, se considera que dicho tráfico se dispersa al aumentar la densidad en una red en donde se colocan una pluralidad de células pequeñas en una macrocélula tal como se describe en la literatura no patentada 1 mencionada a continuación. La técnica de utilizar dichas células pequeñas se conoce como mejora de células pequeñas. En la propuesta del sistema de comunicaciones inalámbrica 5G, se espera introducir una red de densidad ultra-alta (red ultradensa) que utiliza una frecuencia más alta y una banda más amplia que la red existente tal como se describe en la literatura no patentada 2 mencionada a continuación.

15

20

Las células pequeñas son conceptos que pueden incluir varios tipos de células (por ejemplo, femtocélula, nanocélula, picocélula y microcélula), que están dispuestas para superponerse con la macrocélula, con lo que resulta más pequeña que la macrocélula. A modo de ejemplo, las células pequeñas se utilizan por una estación base dedicada. En otro ejemplo, las células pequeñas funcionan permitiendo que un terminal que sirve como dispositivo maestro funcione temporalmente como una estación base de célula pequeña. El denominado nodo de retransmisión también puede considerarse como una forma de la estación base de célula pequeña. En los entornos en los que funcionan estas células pequeñas, el uso eficiente de los recursos de radio y la provisión de dispositivos de bajo coste son aspectos importantes.

25

30

La estación base de célula pequeña suele retransmitir tráfico entre una estación base de macrocélula y un terminal. Un enlace entre la estación base de célula pequeña y la estación base de macrocélula se denomina enlace de retorno. Además, un enlace entre la estación base de célula pequeña y un terminal se denomina enlace de acceso. Cuando el enlace de retorno es un enlace de radio, al utilizar un enlace de radio de retorno y un enlace de acceso en un sistema de división de tiempo, se puede evitar que las señales de radio de estos enlaces interfieran entre sí.

35

**Lista de referencias****Literatura no patentada**

40

Literatura no patentada 1: NTT DOCOMO, "Propuesta de texto para TR36.923 sobre escenarios de mejora de células pequeñas", 3GPP TSG RAN WG1 Meeting nº 72, RI-130748, del 28 de enero al 1 de febrero de 2013.

45

Literatura no patentada 2: Ericsson, "ERICSSON WHITE PAPER: ACCESO DE RADIO 5G ", junio de 2013, [online], resultado de búsqueda en 26 de agosto de 2013, Internet URL: <http://www.ericsson.com/res/docs/whitepapers/wp-5g.pdf>

Literatura no patentada 3: Achaleshwar Sahai, Gaurav Patel, Ashutosh Sabharwal, "Impulsando los límites del dúplex completo: diseño y puesta en práctica en tiempo real", arXiv: 1107.0607, lunes, 4 de julio de 2011.

50

**Literatura de patentes**

Literatura de patentes 1: JP 2010-068151A

55

Los documentos WO2007/064249, US2012/028673 y WO2007/065365 describen disposiciones de la técnica anterior.

60

En particular, el documento WO2007/064249 describe una red de retransmisión inalámbrica que tiene varios nodos de red que incluyen un nodo de origen designado, al menos un nodo de retransmisión y al menos dos nodos de recepción. Desde un punto de vista básico, el nodo de origen designado transmite una señal piloto, y los nodos de retransmisión reciben y envían la señal piloto a los nodos receptores, cada uno de los cuales mide la calidad del canal en función de la señal piloto recibida. De conformidad con la invención, al menos parte de los nodos receptores envían información sobre la calidad del canal medido hasta el nodo de origen designado, y el nodo de origen planifica luego los datos para la transmisión a al menos un nodo seleccionado de los nodos de recepción basados en la información de calidad del canal recibido.

SUMARIO DE LA INVENCION

Problema técnico

5 Sin embargo, cuando el enlace de radio de retorno y el enlace de acceso funcionan en el sistema de división de tiempo en una estación base de célula pequeña, la latencia para retransmitir tráfico aumentará, lo que da lugar a una reducción en la eficiencia de uso de los recursos de radio. Además, se incrementará el tamaño de memoria necesario para que una estación base de célula pequeña proteja la densidad del tráfico. Para resolver esta circunstancia, se introduce una idea de radiocomunicaciones de dúplex completo a la estación base de célula pequeña para permitir que el enlace de radio de retorno y el enlace de acceso se utilicen de manera simultánea en el mismo canal que se describe en la literatura no patentada 3, utilizando así de manera eficiente los recursos de radio. En la estación base de célula pequeña, la autointerferencia debida a la fuga de señales de transmisión puede eliminarse aplicando la técnica de cancelación de la autointerferencia (SIC) tal como se describe en la literatura no patentada 3. Sin embargo, cuando la relación de potencia de una señal de interferencia a la potencia de una señal deseada no es pequeña, la autointerferencia no se elimina suficientemente mediante la técnica SIC y, por lo tanto, la radiocomunicación de dúplex completo no funciona correctamente.

20 Un objeto de la tecnología de conformidad con la presente invención es conseguir un mecanismo para resolver al menos uno de los problemas mencionados con anterioridad y utilizar los recursos de radio de manera más eficiente en el entorno donde funciona una célula pequeña.

Solución al problema

25 La invención se define por las reivindicaciones independientes adjuntas. Las reivindicaciones dependientes constituyen formas de realización de la invención. Cualquier otra materia que quede fuera del alcance de las reivindicaciones debe considerarse como un ejemplo que no está de conformidad con la invención.

Según la presente invención, se proporciona un aparato de control de comunicaciones según la reivindicación 1.

30 Según la presente invención, se proporciona un método de control de comunicaciones según la reivindicación 8.

Según la presente invención, se proporciona un aparato de radiocomunicaciones según la reivindicación 9.

35 Según la presente invención, se proporciona un método de control de comunicaciones según la reivindicación 11

Efectos ventajosos de la invención

40 De conformidad con la tecnología según la presente invención, es posible utilizar recursos de radio de manera más eficiente en el entorno donde funciona una célula pequeña.

Conviene señalar que los efectos descritos con anterioridad no están necesariamente limitados, y junto con o en lugar de los efectos, se puede exhibir cualquier efecto que se desee introducir en la presente especificación u otros efectos que puedan esperarse de la presente especificación.

45 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama explicativo ilustrado para describir una visión general de un sistema de control de comunicaciones según una forma de realización.

50 La Figura 2A es un diagrama explicativo ilustrado para describir la autointerferencia en el modo FD de un enlace descendente.

55 La Figura 2B es un diagrama explicativo ilustrado para describir la autointerferencia en el modo FD de un enlace ascendente.

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de la configuración lógica de un aparato de control de comunicaciones según una forma de realización.

60 La Figura 4 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un primer ejemplo de la distribución de recursos de radio a un enlace de retorno y a un enlace de acceso.

La Figura 5 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un segundo ejemplo de la distribución de recursos de radio al enlace de retorno y al enlace de acceso.

65 La Figura 6 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un ejemplo de la distribución detallada de recursos de radio en una sub-trama en donde la radiocomunicación se realiza en el modo FD.

La Figura 7 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un primer ejemplo del control de interferencia del enlace descendente en el modo no FD.

5 La Figura 8 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un segundo ejemplo del control de interferencia del enlace descendente en el modo no FD.

La Figura 9A es un primer diagrama explicativo ilustrado para describir un tercer ejemplo del control de interferencia del enlace descendente en el modo no FD.

10 La Figura 9B es un segundo diagrama explicativo ilustrado para describir el tercer ejemplo del control de interferencia del enlace descendente en el modo no FD.

15 La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de la configuración lógica de un aparato de radiocomunicaciones de conformidad con una forma de realización.

20 La Figura 11 es un diagrama de secuencia que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo de un proceso de control de comunicaciones que se realiza en el sistema de control de comunicaciones de conformidad con una forma de realización.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo del procedimiento detallado de un proceso de determinación de FD mostrado en la Figura 11.

25 La Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo del procedimiento detallado de un proceso de ajuste de la relación de potencia mostrado en la Figura 11.

La Figura 14 es un diagrama de secuencia que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo del proceso de control de comunicaciones que se realiza en un ejemplo modificado.

30 La Figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración a modo de ejemplo esquemática de un nodo de control cooperativo.

La Figura 16 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una configuración esquemática de un nodo eNB.

35 La Figura 17 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una configuración esquemática de un teléfono inteligente.

40 La Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una configuración esquemática de un aparato de navegación para vehículos.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

45 En lo sucesivo, (a) las formas de realización preferidas de la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. En esta especificación y los dibujos, los elementos que tienen prácticamente la misma función y estructura se indican con los mismos signos de referencia, y se omite la explicación repetida.

La descripción se proporcionará en el siguiente orden.

50 1. Descripción general del sistema

1-1. Introducción de células pequeñas

1-2. Uso del modo dúplex completo (FD)

55 2. Configuración a modo de ejemplo del aparato de control de comunicaciones

2-1. Descripción de los componentes

2-2. Modo FD

60 2-3. Modo no FD

3. Configuración a modo de ejemplo del aparato de radiocomunicaciones

65 3-1. Descripción de componentes

3-2. Operación como dispositivo esclavo

4. Procedimiento de proceso

5 4-1. Proceso de control de comunicaciones

4-2. Proceso de determinación de FD

10 4-3. Proceso de ajuste de la relación de potencia

4-4. Ejemplo modificado

5. Ejemplos de aplicación

15 5-1. Ejemplo de aplicación sobre el nodo de control cooperativo

5-2. Ejemplo de aplicación sobre la estación base

20 5-3. Ejemplo de aplicación sobre dispositivo terminal

6. Conclusión

Descripción general del sistema

25 1-1. Introducción de células pequeñas

La Figura 1 es un diagrama explicativo ilustrado para describir una visión general de un sistema de control de comunicaciones 1 según una forma de realización de la tecnología de conformidad con la presente invención. El sistema de control de comunicaciones 1 está configurado para incluir un aparato de control de comunicaciones 10 y aparatos de radiocomunicaciones 20a y 20b.

El aparato de control de comunicaciones 10 es un dispositivo para controlar, de manera cooperativa, la radiocomunicación en una macrocélula y en una célula pequeña. En el ejemplo de la Figura 1, el aparato de control de comunicaciones 10 es una estación base de macrocélulas. La estación base de macrocélulas 10 proporciona un servicio de radiocomunicaciones para uno o más dispositivos terminales ubicados dentro de la macrocélula 11. La estación base de macrocélulas 10 está conectada a una red central 15. La red central 15 está conectada a una red de datos en paquetes (PDN) 16 a través de un dispositivo de pasarela (no ilustrado). La macrocélula 11 puede funcionar de conformidad con cualquier sistema de radiocomunicaciones, por ejemplo, como evolución a largo plazo (LTE), LTE- Avanzada (LTE-A), GSM, UMTS, W-CDMA, CDMA200, WiMAX, WiMAX2 y IEEE802.16. No se limita al ejemplo de la Figura 1, un nodo de control (un nodo superior de la estación base de macrocélulas) dentro de la red central 15 o la PDN 16 puede tener la capacidad de controlar, de manera cooperativa, la radiocomunicación en la macrocélula y en la célula pequeña.

Los aparatos de radiocomunicaciones 20a y 20b son dispositivos maestros respectivamente para hacer funcionar una célula pequeña. A modo de ejemplo, el aparato de radiocomunicaciones 20a es una estación base de célula pequeña proporcionada de forma fija. La estación base de célula pequeña 20a establece un enlace de radio de retorno 22a con la estación base de macrocélula 10 y establece un enlace de acceso 23a con uno o más dispositivos terminales dentro de la célula pequeña 21a. El aparato de radiocomunicaciones 20b es un punto de acceso dinámico (AP). El AP 20b dinámico es un dispositivo móvil para hacer funcionar dinámicamente la célula pequeña 21b. El AP dinámico 20b establece un enlace de radio de retorno 22b con la estación base de macrocélulas 10 y establece un enlace de acceso 23b con uno o más dispositivos terminales dentro de la célula pequeña 21b. El AP 20b dinámico puede ser un dispositivo terminal equipado con hardware o software que puede funcionar, por ejemplo, como una estación base o un punto de acceso de radio. La célula pequeña 21b en este caso es una red localizada que se forma dinámicamente. Los aparatos de radiocomunicaciones 20a y 20b suelen tener un derecho para asignar recursos de radio a un dispositivo terminal conectado a su propio aparato. Sin embargo, en la presente forma de realización, la asignación de recursos de radio se controla de forma cooperativa y, por lo tanto, se autoriza, al menos parcialmente, al aparato de control de comunicaciones 10.

Cuando no hay necesidad de distinguir entre los aparatos de radiocomunicaciones 20a y 20b en el presente documento, se los denominará colectivamente como un aparato de radiocomunicaciones 20 omitiendo el sufijo en forma de alfabeto de los signos de referencia. Esto se aplica de manera similar a los componentes (la célula pequeña 21, el enlace de radio de retorno 22, el enlace de acceso 23 o similares). El aparato de radiocomunicaciones 20 puede ser cualquier tipo de dispositivo maestro, tal como una estación de retransmisión para retransmitir una señal de radio en la capa 1, capa 2 o capa 3 sin limitarse al ejemplo de la Figura 1. Además, el aparato de radiocomunicaciones 20 puede tener, por ejemplo, un enlace cableado de retorno separado para el control, además del enlace de radio de retorno 22.

## 1-2. Uso del modo dúplex completo (FD)

El aparato de radiocomunicaciones 20 recibe tráfico de enlace descendente que se dirige a un dispositivo terminal dentro de la célula pequeña 21 como destino a través del enlace de radio de retorno 22, y transmite el tráfico recibido al dispositivo terminal como destino a través del enlace de acceso 23. Además, el aparato de radiocomunicaciones 20 recibe tráfico de enlace ascendente recibido desde el dispositivo terminal dentro de la célula pequeña 21 a través del enlace de acceso 23 y transmite el tráfico recibido a través del enlace de radio de retorno 22. Cuando la recepción en el enlace de radio de retorno 22 y la transmisión en el enlace de acceso 23 o la recepción en el enlace de acceso 23 y la transmisión en el enlace de radio de retorno 22 se realizan en un sistema de división de tiempo, la señal de recepción y la señal de transmisión no interfieren entre sí en el aparato de radiocomunicaciones 20. Sin embargo, la operación en dicho sistema de división de tiempo aumenta la latencia para retransmitir el tráfico. El tamaño de memoria necesario para que el dispositivo maestro almacene el tráfico también aumentará. Además, también es posible evitar la interferencia entre la señal de recepción y la señal de transmisión descrita con anterioridad asignando diferentes canales de frecuencia al enlace de radio de retorno y al enlace de acceso. Sin embargo, la operación en dicho sistema de división de frecuencia puede emplearse solamente en la condición de que los recursos de frecuencia disponibles sean suficientes. Ambos sistemas son difíciles de lograr para optimizar la eficiencia de utilización de los recursos de radio. Por lo tanto, en la presente forma de realización, se introduce el modo dúplex completo (FD) para utilizar los recursos de radio de manera más eficiente. En el modo FD, en el enlace descendente, la recepción en el enlace de radio de retorno 22 y la transmisión en el enlace de acceso 23 se realizan de manera simultánea en el mismo canal. En el enlace ascendente, la recepción en el enlace de acceso 23 y la transmisión en el enlace de radio de retorno 22 se realizan de manera simultánea en el mismo canal.

En el modo FD, el aparato de radiocomunicaciones 20 transmite una señal de radio en uno solo de los enlaces y, al mismo tiempo, recibe una señal de radio en el otro enlace. La señal de transmisión radiada desde una antena transmisora del aparato de radiocomunicaciones 20 se envuelve alrededor de una antena receptora del aparato de radiocomunicaciones 20, dando como resultado la denominada autointerferencia. La Figura 2A ilustra la autointerferencia en el modo FD del enlace descendente. En la Figura 2A, una señal de transmisión T01 transmitida desde el aparato de radiocomunicaciones 20 a un dispositivo terminal 30 en el enlace de acceso 23 interfiere con una señal de recepción R01 recibida por el aparato de radiocomunicaciones 20 desde la estación base de macrocélulas 10 en el enlace de radio de retorno 22, que es causado por una fuga. La Figura 2B ilustra la autointerferencia en el modo FD del enlace ascendente. En la Figura 2B, una señal de transmisión T02 transmitida a la estación base de macrocélulas 10 desde el aparato de radiocomunicaciones 20 en el enlace de radio de retorno 22 interfiere con una señal de recepción R02 recibida por el aparato de radiocomunicaciones 20 desde el dispositivo terminal 30 en el enlace de acceso 23, que es causado por una fuga.

Para eliminar dicha autointerferencia, el aparato de radiocomunicaciones 20 puede usar, por ejemplo, la técnica SIG descrita en la literatura no patentada 3. Sin embargo, cuando la relación de la potencia de la señal de transmisión a la potencia de la señal de recepción que es una señal deseada no es pequeña, es probable que la autointerferencia no se elimine lo suficiente, incluso utilizando la técnica SIC como resultado del nivel considerablemente mayor de la autointerferencia. Por lo tanto, en la presente forma de realización, el control cooperativo de los recursos que se utilizarán para el enlace de radio de retorno y el enlace de acceso permite que la autointerferencia se elimine fácilmente y permite ampliar las oportunidades para utilizar el modo FD, tal como se describe en detalle en la siguiente sección.

## 2. Configuración a modo de ejemplo del aparato de control de comunicaciones

La Figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de la configuración lógica del aparato de control de comunicaciones 10 según la presente forma de realización. Con referencia a la Figura 3, el aparato de control de comunicaciones 10 está configurado para incluir una unidad de radiocomunicaciones 110, una unidad de comunicaciones de red 120, una unidad de almacenamiento 130 y una unidad de control 140.

### 2-1. Descripción de componentes

#### (1) Unidad de radiocomunicaciones

La unidad de radiocomunicaciones 110 realiza la radiocomunicación con un dispositivo terminal que se conectará a la macrocélula 11 (en lo sucesivo, denominado como un terminal de macrocélula). Por ejemplo, la unidad de radiocomunicaciones 110 recibe el tráfico de enlace ascendente desde el terminal de macrocélula y transmite el tráfico de enlace descendente al terminal de macrocélula. Además, la unidad de radiocomunicaciones 110 emite una señal de sincronización y una señal de referencia en el enlace descendente. La señal de sincronización se utiliza para que el terminal de macrocélula se sincronice con la macrocélula 11. El aparato de radiocomunicaciones 20 también puede sincronizarse con la macrocélula 11 buscando la señal de sincronización. La señal de referencia se utiliza para medir la calidad de las comunicaciones. La calidad de comunicaciones medida utilizando la señal de referencia puede ser, por ejemplo, un indicador para la determinación de transferencia para iniciar una transferencia entre macrocélulas o entre una macrocélula y una célula pequeña.

Además, la unidad de radiocomunicaciones 110 establece el enlace de radio de retorno 22 con el aparato de radiocomunicaciones 20 que utiliza la célula pequeña 21 dentro de la macrocélula 11. Por ejemplo, el tráfico de enlace ascendente transmitido desde un dispositivo terminal para conectarse a la célula pequeña 21 (en lo sucesivo, denominado terminal de célula pequeña) se retransmite a través del aparato de radiocomunicaciones 20 y es recibido por la unidad de radiocomunicaciones 110 en el enlace de radio de retorno 22. Además, la unidad de radiocomunicaciones 110 transmite el tráfico de enlace descendente, que se dirige al terminal de célula pequeña como destino, al aparato de radiocomunicaciones 20 en el enlace de radio de retorno 22. Este tráfico de enlace descendente se retransmite al terminal de célula pequeña como destino a través del aparato de radiocomunicaciones 20. Un intercambio de un mensaje de control entre el aparato de control de comunicaciones 10 y el aparato de radiocomunicaciones 20 también se realiza en el enlace de radio de retorno 22.

(2) Unidad de comunicaciones de red

La unidad de comunicaciones de red 120 es una interfaz de comunicaciones que permite que el aparato de control de comunicaciones 10 se conecte a una red central 15. La unidad de comunicaciones de red 120 puede ser una interfaz de comunicaciones cableada o puede ser una interfaz de comunicaciones inalámbrica. La unidad de comunicaciones de red 120 transmite y recibe tráfico de datos hacia y desde varios nodos de control dentro de la red central 15 e intercambia un mensaje de control con los nodos.

(3) Unidad de almacenamiento

La unidad de almacenamiento 130 almacena un programa y datos usados para hacer funcionar el aparato de control de comunicaciones 10 utilizando un medio de almacenamiento tal como un disco duro o una memoria de semiconductores. Los datos almacenados por la unidad de almacenamiento 130 pueden incluir información sobre una macrocélula (por ejemplo, la posición de una estación base de macrocélulas, el radio de una célula, la configuración de una antena, una banda de frecuencia operativa), información sobre un dispositivo maestro (por ejemplo, información sobre ID, tipo, posición y capacidad de un dispositivo), información sobre una célula pequeña (por ejemplo, el radio de una célula y el número de terminales de célula pequeña) y varios parámetros de control (por ejemplo, el valor umbral de determinación descrito más adelante). La información sobre un dispositivo maestro y la información sobre una célula pequeña son recogidas por el aparato de radiocomunicaciones 20.

(4) Unidad de control

La unidad de control 140 controla el funcionamiento global del aparato de control de comunicaciones 10. En la presente forma de realización, la unidad de control 140 está configurada para incluir una unidad de control de macrocélula 142 y una unidad de control cooperativa 144.

(4-1) Unidad de control de macrocélula

La unidad de control de macrocélula 142 controla la radiocomunicación con el terminal de macrocélula por la unidad de radiocomunicaciones 110. La unidad de control de macrocélula 142 genera, por ejemplo, información del sistema tal como una banda de frecuencia operativa y una configuración de antena de la macrocélula 11 y permite que la unidad de radiocomunicaciones 110 difunda la información del sistema generada. Además, la unidad de control de macrocélula 142 realiza la asignación de recursos de radio a cada uno de los terminales de macrocélula y realiza un control de transmisión y retransmisión para cada uno de los terminales de macrocélula. La unidad de control de macrocélula 142 transfiere el tráfico de enlace ascendente, que se introduce desde la unidad de radiocomunicaciones 110, a la unidad de comunicaciones de red 120. Además, la unidad de control de macrocélula 142 transfiere el tráfico de enlace descendente, que se introduce desde la unidad de comunicación de red 120, a la unidad de radiocomunicaciones 110.

(4-2) Unidad de Control Cooperativo

La unidad de control cooperativo 144 controla el uso del enlace de radio de retorno y del enlace de acceso mediante el aparato de radiocomunicaciones 20 para facilitar la radiocomunicación eficiente utilizando una o más células pequeñas 21. Por ejemplo, la unidad de control cooperativo 144 determina si el aparato de radiocomunicaciones 20 ha de realizar radiocomunicaciones en el modo FD. Si se determina que la radiocomunicación se realiza en el modo FD, la unidad de control cooperativa 144 ordena al aparato de radiocomunicaciones 20 que funcione en el modo FD. Por el contrario, si se determina que el aparato de radiocomunicaciones 20 no realiza la radiocomunicación en el modo FD, la unidad de control cooperativa 144 ordena al aparato de radiocomunicaciones 20 que funcione en un modo no FD.

Por ejemplo, la unidad de control cooperativo 144 determina si el aparato de radiocomunicaciones 20 tiene la capacidad del modo FD basado en al menos uno entre el nivel de batería restante, la configuración de una antena y la funcionalidad SIC del aparato de radiocomunicaciones 20. Por ejemplo, cuando el nivel de batería restante no es suficiente, el número de antenas es insuficiente, o el aparato de radiocomunicaciones 20 no tiene la funcionalidad SIC,

se puede determinar que el aparato de radiocomunicaciones 20 no tiene capacidad del modo FD. En este caso, el aparato de radiocomunicaciones 20 funciona en un modo no FD.

Además, por ejemplo, la unidad de control cooperativo 144 puede determinar si se debe aumentar la capacidad del aparato de radiocomunicaciones 20 en función de al menos una de entre la cantidad de tráfico a procesar por el aparato de radiocomunicaciones 20 y el número supuesto de terminales de célula pequeña. Si la cantidad de tráfico a procesar excede un umbral o si el número supuesto de terminales de célula pequeña excede un umbral, es deseable aumentar la capacidad del aparato de radiocomunicaciones 20 activando el modo FD. Por lo tanto, en este caso, la unidad de control cooperativo 144 puede determinar que el aparato de radiocomunicaciones 20 debe realizar la radiocomunicación en el modo FD (es decir, la recepción y transmisión (transmisión y recepción) en el enlace de radio de retorno 22 y en el enlace de acceso 23 debe realizarse de manera simultánea en el mismo canal). En ese punto, cuando no hay necesidad de aumentar la capacidad del aparato de radiocomunicaciones 20, la unidad de control cooperativo 144 puede determinar que el aparato de radiocomunicaciones 20 no es necesario para realizar la radiocomunicación en el modo FD.

El aparato de radiocomunicaciones 20, cuando funciona en el modo FD, elimina la autointerferencia debida a la fuga de la señal de transmisión desde la señal de recepción utilizando la técnica SIC. La unidad de control cooperativo 144, cuando ordena al aparato de radiocomunicaciones 20 que funcione en el modo FD, controla el recurso que se utilizará para el enlace de radio de retorno 22 y el enlace de acceso 23 para soportar una eliminación de la autointerferencia en el aparato de radiocomunicaciones 20 y, por lo tanto, la unidad de control cooperativa 144 ajusta la relación de potencia entre la señal de recepción y la señal de transmisión en estos enlaces (en lo sucesivo denominada relación de potencia de control).

Como un ejemplo, la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  se establece en la relación de la potencia de la señal de transmisión a la potencia de la señal de recepción en el aparato de radiocomunicaciones 20 y se expresa de la forma siguiente utilizando la representación en decibelios. En la expresión,  $P_{TX}$  representa la potencia de la señal de transmisión en el aparato de radiocomunicaciones 20, y  $P_{RX}$  representa la potencia de la señal de recepción en el aparato de radiocomunicaciones 20.

Matemáticas. 1

$$R_{ctrl} = 10 \log_{10} \frac{P_{Tx}}{P_{Rx}} \quad (1)$$

La unidad de control cooperativa 144 ajusta la potencia de la señal de transmisión y de la señal de recepción en el aparato de radiocomunicaciones 20 para que la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  no exceda un umbral predeterminado, es decir, de modo que se satisfaga la siguiente expresión condicional (2). En la expresión condicional (2), un umbral  $R_{th}$ , representa el límite superior de la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  que se puede utilizar para eliminar la autointerferencia en la medida en que la señal de recepción se pueda demodular adecuadamente en el aparato de radiocomunicaciones 20. El umbral  $R_{th}$  puede definirse de manera fija de antemano, o puede establecerse dinámicamente dependiendo del tipo o capacidad SIC del aparato de radiocomunicaciones 20.

Matemáticas. 2

$$R_{ctrl} \leq R_{th} \quad (2)$$

No obstante, el radio de célula de la macrocélula 11 suele ser mayor que el radio de célula de la célula pequeña 21. Por esta razón, en muchos casos, la potencia de transmisión de la señal de radio transmitida en el enlace de radio de retorno 22 es mayor que la potencia de transmisión de la señal de radio transmitida en el enlace de acceso 23. Por lo tanto, en lugar del modo FD del enlace descendente, es más probable que el modo FD del enlace ascendente no satisfaga la expresión condicional (2) mencionada con anterioridad. Por lo tanto, la siguiente descripción se centrará en el modo FD del enlace ascendente. Sin embargo, la siguiente descripción también se aplicará al modo FD del enlace descendente simplemente sustituyendo los enlaces.

En el enlace ascendente, la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  es la relación de la potencia de la señal de transmisión a la estación base de macrocélulas 10 a través del enlace de radio de retorno 22 a la potencia de la señal de recepción desde uno o más terminales de células pequeñas a través del enlace de acceso 23. Cuando la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  predicha como resultado de la programación normal y el control de potencia de transmisión excede el umbral  $R_{th}$ , la unidad de control cooperativa 144 reduce la potencia de la señal de transmisión al disminuir el orden de modulación aplicado a la señal de transmisión en el enlace de radio de retorno 22. Además, la unidad de control cooperativo 144 aumenta el recurso de radio asignado a la señal de transmisión en el enlace de radio de retorno 22 de modo que la reducción en el rendimiento del enlace de radio de retorno 22 debido a la

disminución del orden de modulación, es compensado. Dicho control en el lado de la transmisión permite que se induzca la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  de tal manera que satisfaga la expresión condicional (2).

Además, cuando no exista o sea menor el recurso de radio que pueda asignarse adicionalmente al enlace de radio de retorno 22, la unidad de control cooperativo 144 aumenta la potencia de la señal de recepción en el aparato de radiocomunicaciones 20 al aumentar la potencia de transmisión de la señal de radio transmitida desde el terminal de célula pequeña en el enlace de acceso 23. El aumento de la potencia de transmisión desde el terminal de célula pequeña puede aumentar la interferencia a un sistema próximo y, por lo tanto, es ventajoso elevar la potencia de transmisión desde el terminal de célula pequeña solamente cuando el recurso de radio asignado a la señal de transmisión en el enlace de radio de retorno 22 es difícil de aumentar. Cuando la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  predicha después de que el ajuste en el lado de transmisión aún excede el umbral  $R_{th}$ , la unidad de control cooperativa 144 aumenta la potencia de la señal de recepción en el enlace de acceso 23 en el aparato de radiocomunicaciones 20 al elevar la potencia de transmisión del terminal de célula pequeña dentro de un margen que no causa interferencia perjudicial a un sistema próximo. Como resultado, la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  se reduce y, por lo tanto, es posible satisfacer la expresión condicional (2).

Cuando el recurso de radio asignado a la señal de transmisión en el enlace de radio de retorno 22 es difícil de aumentar y no se permite el aumento de la potencia de transmisión del terminal de célula pequeña desde el punto de vista de interferencia perjudicial a un sistema próximo, la unidad de control cooperativo 144 puede determinar que la radiocomunicación no se realizará en el modo FD por el aparato de radiocomunicaciones 20.

La unidad de control cooperativo 144 realiza la señalización de la información de asignación de recursos, la información de codificación y modulación adaptativa (AMC), y la información de potencia de transmisión determinada por el ajuste de la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  al aparato de radiocomunicaciones 20 en el enlace de radio de retorno 22.

## 2-2. Distribución de recursos en modo FD

En esta sección, se describirán algunos ejemplos de distribución de recursos en el caso en que se selecciona el modo FD.

### (1) Primer ejemplo

La Figura 4 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un primer ejemplo de la distribución de recursos de radio a un enlace de retorno (BL) y a un enlace de acceso (AL). En el primer ejemplo, la macrocélula 11 funciona en un sistema dúplex por división de frecuencia (FDD). En el sistema FDD, el canal de frecuencia para el enlace descendente y el canal de frecuencia para el enlace ascendente son diferentes entre sí. En el ejemplo de la Figura 4, se utiliza un canal de frecuencia F11 para el enlace descendente, y un canal de frecuencia F12 para el enlace ascendente.

En las sub-tramas T11 y T12, el modo de operación del aparato de radiocomunicaciones 20 es un modo no FD. En el enlace descendente, el tráfico del enlace descendente se recibe en el enlace de radio de retorno 22 en la sub-trama T11, y el tráfico del enlace descendente se transmite en el enlace de acceso 23 en la sub-trama T12. En el enlace ascendente, el tráfico del enlace ascendente se recibe en el enlace de acceso 22 en la sub-trama T12, y el tráfico del enlace ascendente se transmite en el enlace de radio de retorno 23 en la sub-trama T12.

En las sub-tramas T13 a T16, el modo de operación del aparato de radiocomunicaciones 20 es el modo FD. En el enlace descendente, en cada una de las sub-tramas T13 a T16, el tráfico del enlace descendente se recibe en el enlace de radio de retorno 22, y al mismo tiempo, el tráfico del enlace descendente se transmite en el enlace de acceso 23. En el enlace ascendente, en cada una de las sub-tramas T13 a T16, el tráfico del enlace ascendente se recibe en el enlace de acceso 23, y al mismo tiempo, el tráfico del enlace ascendente se transmite en el enlace de radio de retorno 22.

### (2) Segundo ejemplo

La Figura 5 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un segundo ejemplo de la distribución de recursos de radio al enlace de retorno (BL) y al enlace de acceso (AL). En el segundo ejemplo, la macrocélula 11 funciona en un sistema dúplex por división de tiempo (TDD). En el sistema TDD, el canal de frecuencia para el enlace descendente y el canal de frecuencia para el enlace ascendente son iguales entre sí. En el ejemplo de la Figura 5, se utiliza un canal de frecuencia F21 tanto para el enlace descendente como para el enlace ascendente. La dirección del enlace (enlace descendente/enlace ascendente) puede variar para cada sub-trama, por ejemplo, de conformidad con la configuración de la dirección del enlace (configuración UL-DL) que se determina dinámicamente por la unidad de control de macrocélula 142.

En las sub-tramas T21 y T22, el modo de operación del aparato de radiocomunicaciones 20 es el modo no FD. Las sub-tramas T21 y T22 son sub-tramas de enlace descendente. En la sub-trama T21, el tráfico del enlace descendente

se recibe en el enlace de radio de retorno 22. En la sub-trama T22, el tráfico del enlace descendente se transmite en el enlace de acceso 23.

En las sub-tramas T23 a T28, el modo de operación del aparato de radiocomunicaciones 20 es el modo FD. Las sub-tramas T23, T24 y T28 son sub-tramas de enlace descendente (o sub-tramas especiales). En cada una de estas sub-tramas, el tráfico del enlace descendente se recibe en el enlace de radio de retorno 22, y al mismo tiempo, el tráfico del enlace ascendente se transmite en el enlace de acceso 23. Las sub-tramas T25, T26 y T27 son sub-tramas de enlace ascendente. En cada una de estas sub-tramas, el tráfico del enlace ascendente se recibe en el enlace de acceso 23, y al mismo tiempo, el tráfico del enlace ascendente se transmite en el enlace de radio de retorno 22.

### (3) Asignación detallada de recursos

La Figura 6 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un ejemplo de la distribución detallada de recursos de radio en una sub-trama en donde la radiocomunicación se realiza en el modo FD. En el ejemplo de la Figura 6, en cada una de las sub-tramas T13 a T16, la radiocomunicación se realiza en el modo FD del enlace ascendente. La parte inferior de la Figura 6 muestra un conjunto de recursos de tiempo-frecuencia del canal de frecuencia F12 en la sub-trama T13 en un patrón de cuadrícula. En este caso, la unidad de asignación de recursos de radio también se denominará un bloque de recursos, utilizando la terminología del sistema LTE. En el ejemplo de la Figura 6, se asignan un total de 16 bloques de recursos al enlace de acceso 23 (12 bloques de recursos para un terminal UE1 de células pequeñas y 4 bloques de recursos para un terminal UE2 de células pequeñas). Además, se asignan 24 bloques de recursos al enlace de radio de retorno 22. Se puede utilizar un sistema de modulación de orden relativamente alto (por ejemplo, 64QAM, 16QAM o QPSK) para el bloque de recursos del enlace de acceso 23 y, no obstante, se puede utilizar un sistema de modulación de orden relativamente bajo (p. ej., 16QAM, QPSK o BPSK) para el bloque de recursos del enlace de radio de retorno 22. Esto permite evitar que la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  no satisfaga la expresión condicional (2) suprimiendo la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  mientras se mantiene el equilibrio del rendimiento general. El recurso de frecuencia de tiempo asignado al enlace de radio de retorno 22 y el recurso de frecuencia de tiempo asignado al enlace de acceso 23 pueden solaparse entre sí. En el ejemplo de la Figura 6, 4 bloques de recursos se asignan tanto al enlace de radio de retorno 22 como al enlace de acceso 23.

En esta figura, un bloque de recursos que no está asignado al enlace de radio de retorno 22 y al enlace de acceso 23 puede usarse para la comunicación para el terminal de macrocélula, la señalización de control o la comunicación en otra célula pequeña.

### 2-3. Modo no FD

Cuando el aparato de radiocomunicaciones 20 funciona en el modo no FD, la recepción y transmisión de la señal de radio en el aparato de radiocomunicaciones 20 no se realizará de manera simultánea en el mismo canal, y por lo tanto no se producirá la autointerferencia. Sin embargo, por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 2A, en el terminal 30 de célula pequeña, la señal de enlace descendente R01 desde la estación base de macrocélula 10 puede dar interferencia a la señal de enlace descendente T01 desde el aparato de radiocomunicaciones 20. Además, haciendo referencia a la Figura 2B, en la estación base de macrocélulas 10, la señal de enlace ascendente R02 desde el terminal de célula pequeña 30 puede dar interferencia a la señal de enlace ascendente T02 desde el aparato de radiocomunicaciones 20. Dada la diferencia descrita con anterioridad entre los radios de célula de la macrocélula 11 y de la célula pequeña 21, de estos dos casos, particularmente la interferencia en el terminal 30 de célula pequeña en el enlace descendente es probable que alcance un nivel no despreciable.

Por lo tanto, cuando la unidad de control cooperativo 144 utiliza el aparato de radiocomunicaciones 20 en el modo no FD (por ejemplo, cuando la cantidad de tráfico a procesar por el aparato de radiocomunicaciones 20 no es grande), la unidad de control cooperativo 144 puede hacer que el aparato de radiocomunicaciones 20 realice la operación de evitar la interferencia en el sistema de división de tiempo. En este caso, se asignan diferentes recursos de tiempo al enlace de radio de retorno 22 y al enlace de acceso 23.

La Figura 7 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un primer ejemplo del control de interferencia del enlace descendente en el modo no FD. Con referencia a la Figura 7, se muestran cuatro sub-tramas T31 a T34 a lo largo de la dirección del tiempo. La sub-trama T31 se asigna al enlace de radio de retorno 22 y, por ejemplo, la estación base de macrocélulas 10 transmite datos de enlace descendente D1 en la sub-trama T31 al aparato de radiocomunicaciones 20 en el canal de frecuencia F11. Aunque la señal de enlace descendente desde la estación base de macrocélulas 10 puede alcanzar el terminal de célula pequeña, el terminal de célula pequeña no causa ninguna interferencia (flecha punteada) porque la comunicación no se realiza en el enlace de acceso 23. La sub-trama T32 está asignada al enlace de acceso 23 y, por ejemplo, el aparato de radiocomunicaciones 20 transmite los datos de enlace descendente D1 en la sub-trama T32 al terminal de célula pequeña en el canal de frecuencia F11. Aunque la señal de enlace descendente desde el aparato de radiocomunicaciones 20 se envuelve alrededor de un circuito de recepción del aparato de radiocomunicaciones 20, el aparato de radiocomunicaciones 20 no causa ninguna autointerferencia (flecha continua) porque la comunicación no se realiza en el enlace de radio de retorno 22. La sub-trama T33 se asigna al enlace de radio de retorno 22 y, por ejemplo, la estación base de macrocélulas 10 transmite datos de enlace descendente D2 en la sub-trama T33 al aparato de radiocomunicaciones 20 en el canal de frecuencia F11. Aunque la señal de enlace

descendente desde la estación base de macrocélulas 10 se envuelve alrededor del terminal de célula pequeña, el terminal de célula pequeña no causa ninguna interferencia (flecha punteada) porque la comunicación no se realiza en el enlace de acceso 23. La sub-trama T34 está asignada al enlace de acceso 23 y, por ejemplo, el aparato de radiocomunicaciones 20 transmite los datos de enlace descendente D2 en la sub-trama T34 al terminal de célula pequeña en el canal de frecuencia F11. Aunque la señal de enlace descendente desde el aparato de radiocomunicaciones 20 se envuelve alrededor del circuito de recepción del aparato de radiocomunicaciones 20, el aparato de radiocomunicaciones 20 no causa ninguna autointerferencia (flecha continua) porque la comunicación no se realiza en el enlace de radio de retorno 22.

10 Cuando la unidad de control cooperativo 144 utiliza el aparato de radiocomunicaciones 20 en el modo no FD, la unidad de control cooperativo 144 puede hacer que el aparato de radiocomunicaciones 20 realice la evitación de interferencia en el sistema de división de frecuencia en lugar del sistema de división de tiempo. En este caso, se asignan diferentes canales de frecuencia al enlace de radio de retorno 22 y al enlace de acceso 23.

15 La Figura 8 es un diagrama explicativo ilustrado para describir un segundo ejemplo del control de interferencia del enlace descendente en el modo no FD. Con referencia a la Figura 8, se muestran cuatro sub-tramas T41 a T44 a lo largo de la dirección del tiempo. Se asigna un canal de frecuencia F31 al enlace de radio de retorno 22. Un canal de frecuencia F32 se asigna al enlace de acceso 23. Por ejemplo, la estación base de macrocélulas 10 transmite los datos de enlace descendente D1 en la sub-trama T41 al aparato de radiocomunicaciones 20 en el canal de frecuencia F31. El aparato de radiocomunicaciones 20 transmite datos de enlace descendente D0 en la sub-trama T41 al terminal de célula pequeña en el canal de frecuencia F32. Aunque la señal de enlace descendente de la estación base de macrocélulas 10 puede alcanzar el terminal de células pequeñas, el aislamiento utilizando un filtro provisto en un circuito de radio permite evitar la interferencia perjudicial (flecha punteada) porque hay suficiente espacio de frecuencia entre el canal de frecuencia F31 y el canal de frecuencia F32. Además, aunque la señal de enlace descendente desde el aparato de radiocomunicaciones 20 se envuelve alrededor del circuito de recepción del aparato de radiocomunicaciones 20, se puede evitar que se produzca una autointerferencia perjudicial (flecha continua) porque hay suficiente espacio de frecuencia entre el canal de frecuencia F31 y el canal de frecuencia F32. De manera similar, en las sub-tramas posteriores T42, T43 y T44, la radiocomunicación se puede realizar tanto en el enlace de radio de retorno 22 como en el enlace de acceso 23 mientras se evita la interferencia utilizando el sistema de división de frecuencia.

35 Cuando se asigna el mismo canal de frecuencia al enlace de radio de retorno 22 y al enlace de acceso 23, no es fácil evitar la interferencia utilizando el sistema de división espacial (formación de haz). Esto se debe a que no existe una gran diferencia en el ángulo entre la dirección hacia un dispositivo maestro de una célula pequeña y la dirección hacia un dispositivo esclavo (terminal de célula pequeña) de la célula pequeña, cuando se ve desde la estación base de macrocélulas. Tal como se muestra en la Figura 9A, a modo de ejemplo, la señal de enlace descendente R1 transmitida al aparato de radiocomunicaciones 20a en el enlace de radio de retorno 22 en el canal de frecuencia F41 alcanza el terminal de célula pequeña 30a incluso cuando la directividad del ancho del haz Ba1 se da a la señal de enlace descendente R1 por formación de haz, que puede causar interferencia.

40 Por el contrario, cuando se asignan diferentes canales de frecuencia al enlace de radio de retorno 22 y al enlace de acceso 23, es posible evitar la interferencia de una manera más eficiente combinándolo aún más con la técnica de formación del haz. En el ejemplo mostrado en la Figura 9B, el canal de frecuencia F41 para el enlace de radio de retorno y el canal de frecuencia F42 para el enlace de acceso se asignan a la célula pequeña 21a utilizada por el aparato de radiocomunicaciones 20a. El canal de frecuencia F42 para el enlace de radio de retorno y el canal de frecuencia F43 para el enlace de acceso se asignan a la célula pequeña 21b utilizada por el aparato de radiocomunicaciones 20b. El canal de frecuencia F43 para el enlace de radio de retorno y el canal de frecuencia F41 para el enlace de acceso se asignan a la célula pequeña 21c utilizada por el aparato de radiocomunicaciones 20c. Dicho de otro modo, incluso en cualquier célula pequeña, la operación se realiza en el sistema de división de frecuencia descrito con anterioridad. Además, la combinación del recurso de frecuencia asignado al enlace de radio de retorno y el recurso de frecuencia asignado al enlace de acceso es diferente para cada dispositivo maestro conectado a la misma estación base de macrocélula 10. El enlace de radio de retorno se pone en práctica utilizando la técnica de formación del haz. Por ejemplo, el terminal de células pequeñas 30a recibe la señal de enlace descendente T1 desde el aparato de radiocomunicaciones 20a en el canal de frecuencia F42. En el sistema de control de comunicaciones 1, el enlace que comparte el canal de frecuencia F42 es el enlace de radio de retorno del aparato de radiocomunicaciones 20b. Sin embargo, cuando la directividad del ancho del haz Ba2 se da a la señal de enlace descendente R2 transmitida en el enlace de radio de retorno del aparato de radiocomunicaciones 20b utilizando la formación del haz, la señal de enlace descendente R2 no alcanza el terminal de células pequeñas 30a. Por lo tanto, no se produce ninguna interferencia perjudicial en el terminal de células pequeñas 30a.

60 De esta manera, cuando funciona una gran cantidad de células pequeñas en una macrocélula, combinando la asignación de diferentes recursos de frecuencia al enlace de radio de retorno y al enlace de acceso y la técnica de formación de haz, se puede obtener una señal deseada en uno de los enlaces que evite recibir la interferencia de la señal de radio en el otro enlace mientras utiliza eficientemente los recursos de frecuencia. La siguiente Tabla 1 y Tabla 2 muestran un ejemplo de asignación de recursos a  $n$  células pequeñas cuando hay  $n$  elementos de recursos de frecuencia disponibles. En el ejemplo de la Tabla 1,  $n$  puede ser cualquier número entero. En el ejemplo de la Tabla

2, n se establece en un número par. En este caso, el recurso de frecuencia puede corresponder al canal de frecuencia, o puede ser un recurso que está segmentado en unidades más pequeñas en la dirección de frecuencia.

Tabla 1

5 **Ejemplo de asignación de recursos de frecuencia a una pluralidad de células pequeñas (deslizamiento cíclico)**

Tipo de enlace	Célula pequeña C <sub>1</sub>	Célula pequeña C <sub>2</sub>	...	Célula pequeña C <sub>n-1</sub>	Célula pequeña C <sub>n</sub>
Enlace de retorno	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>		F <sub>n-1</sub>	F <sub>n</sub>
Enlace de acceso	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	...	F <sub>n</sub>	F <sub>1</sub>

Tabla 2

10 **Ejemplo de asignación de recursos de frecuencia a una pluralidad de células pequeñas (intercambio por cada par)**

Tipo de enlace	Célula pequeña C <sub>1</sub>	Célula pequeña C <sub>2</sub>	...	Célula pequeña C <sub>n-1</sub>	Célula pequeña C <sub>n</sub>
Enlace de retorno	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	...	F <sub>n-1</sub>	F <sub>n</sub>
Enlace de acceso	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	...	F <sub>n</sub>	F <sub>n-1</sub>

15 En estos ejemplos de asignación de recursos de frecuencia, el mapeado de correspondencia de cada célula pequeña y de cada recurso de frecuencia puede determinarse, por ejemplo, realizando un proceso de búsqueda para maximizar algunas funciones de evaluación (suma o valor mínimo de distancias entre estaciones base que utilizan el mismo recurso de frecuencia, etc.). Esto permite reducir el riesgo de interferencia en el sistema en su conjunto, optimizando así la capacidad del sistema.

20 Incluso cuando el aparato de radiocomunicaciones 20 funciona en el modo FD, en el terminal de célula pequeña 30, la señal de enlace descendente desde la estación base de macrocélula 10 puede interferir con la señal de enlace descendente desde el aparato de radiocomunicaciones 20. Además, en la estación base de macrocélulas 10, la señal de enlace ascendente desde el terminal 30 de célula pequeña puede interferir con la señal de enlace ascendente desde el aparato de radiocomunicaciones 20. Cuando es probable que dicha interferencia alcance un nivel perjudicial, el método de control de interferencia descrito en esta sección puede combinarse con el modo FD. Por ejemplo, sin realizar una asignación superpuesta de recursos de frecuencia de tiempo al enlace de radio de retorno y al enlace de acceso tal como se ilustra en la Figura 6, es posible reducir el nivel de interferencia experimentado por el terminal de célula pequeña en el modo FD del enlace descendente combinando adicionalmente la técnica de formación de haz descrita con referencia a la Figura 9B.

### 3. Configuración a modo de ejemplo del aparato de radiocomunicaciones

35 La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de la configuración lógica del aparato de radiocomunicaciones 20 de conformidad con la presente forma de realización. Con referencia a la Figura 10, el aparato de radiocomunicaciones 20 está configurado para incluir una unidad de radiocomunicaciones 210, una unidad de procesamiento de la autointerferencia 220, una unidad de almacenamiento 230 y una unidad de control de comunicaciones 240.

#### 40 3-1. Descripción de componentes

##### (1) Unidad de radiocomunicaciones

45 La unidad de radiocomunicaciones 210 establece el enlace de acceso 23 con uno o más terminales de célula pequeña (dispositivos esclavos) en la célula pequeña 21, y se comunica con el terminal de célula pequeña en el enlace de acceso 23. Además, la unidad de radiocomunicaciones 210 establece el enlace de radio de retorno 22 con la estación base de macrocélulas 10, y se comunica con la estación base de macrocélulas 10 en el enlace de radio retorno 22. Tal como se muestra en la Figura 10, la unidad de radiocomunicaciones 210 tiene al menos cuatro antenas, dos de las cuales se utilizan para el enlace de acceso 23, y las otras dos se utilizan para el enlace de radio de retorno 22. 50 Una de las dos antenas para el enlace de acceso 23 está destinada a la transmisión de enlace descendente, y la otra está destinada a la recepción de enlace ascendente. Una de las dos antenas para el enlace de radio de retorno 22 está destinada a la recepción de enlace descendente, y la otra está destinada a la transmisión de enlace ascendente.

55 En la presente forma de realización, la unidad de radiocomunicaciones 210 funciona en cualquier modo de modo dúplex completo (FD) y en modo no FD tal como se describió con anterioridad. Cuando la unidad de control de comunicaciones 240 que se describe más adelante establece el modo FD, la unidad de radiocomunicaciones 210

recibe la señal de enlace descendente a través de la antena receptora para el enlace de radio de retorno 22, y al mismo tiempo, transmite la señal de enlace descendente a través de la antena transmisora para el enlace de acceso 23 en el mismo canal. De manera similar, la unidad de radiocomunicaciones 210 recibe la señal de enlace ascendente a través de la antena receptora para el enlace de acceso 23, y al mismo tiempo, transmite la señal de enlace ascendente a través de la antena transmisora para el enlace de radio de retorno 22 en el mismo canal. Cuando la unidad de control de comunicaciones 240 descrita a continuación establece el modo no FD, la unidad de radiocomunicaciones 210 utiliza diferentes recursos en uno o ambos tiempos y frecuencias para la transmisión y recepción (recepción y transmisión) en el enlace de radio de retorno 22 y en el enlace de acceso 23.

La configuración de la antena descrita en este documento es simplemente un ejemplo. Se pueden compartir algunas antenas o se pueden utilizar más antenas de las que se muestran. Por ejemplo, la unidad de radiocomunicaciones 210 puede tener dos antenas, una está destinada al enlace de acceso 23 compartido por la transmisión del enlace descendente y la recepción del enlace ascendente, y la otra está destinada al enlace de radio de retorno 22 compartido por la recepción del enlace descendente y la transmisión de enlace ascendente.

#### (2) Unidad de procesamiento de autointerferencia

Cuando la radiocomunicación en el modo FD se realiza en la unidad de radiocomunicaciones 210, la unidad de procesamiento de autointerferencia 220 elimina la autointerferencia debido a la fuga de la señal de transmisión desde la señal de recepción.

La unidad de procesamiento de autointerferencia 220 puede sustraer el producto de una respuesta de canal del canal furtivo y una réplica de la señal de transmisión desde la señal de recepción y puede adquirir una señal de recepción deseada obtenida eliminando la autointerferencia. La unidad de procesamiento de autointerferencia 220 puede eliminar la autointerferencia utilizando cualquier técnica SIC conocida, donde no se describirán los detalles del procesamiento. La unidad de procesamiento de autointerferencia 220 puede aplicar la técnica SIC a uno de los dos sistemas de enlace descendente y enlace ascendente, o puede aplicar la técnica SIC a ambos.

#### (3) Unidad de almacenamiento

La unidad de almacenamiento 230 almacena un programa y datos utilizados para hacer funcionar el aparato de radiocomunicaciones 20 utilizando un medio de almacenamiento tal como un disco duro o una memoria de semiconductores. Los datos almacenados por la unidad de almacenamiento 230 pueden contener, por ejemplo, información del dispositivo maestro del aparato de radiocomunicaciones 20 e información de célula pequeña de la célula pequeña 21 utilizada por el aparato de radiocomunicaciones 20. Además, los datos almacenados por la unidad de almacenamiento 230 pueden contener diversa información de control señalizada desde el aparato de control de comunicaciones 10 (por ejemplo, información de modo de operación, información de asignación de recursos, información de AMC e información de potencia de transmisión).

#### (4) Unidad de control de comunicaciones

La unidad de control de comunicaciones 240 controla la comunicación de radio realizada por la unidad de radiocomunicaciones 210. Además, la unidad de control de comunicaciones 240 también controla la radiocomunicación realizada por uno o más terminales de célula pequeña conectados a la célula pequeña 21. Cuando la operación en el modo FD se instruye desde el aparato de control de comunicaciones 10, la unidad de control de comunicaciones 240 establece el modo de operación de la unidad de radiocomunicaciones 210 en el modo FD. Además, cuando la operación en el modo no FD se instruye desde el aparato de control de comunicaciones 10, la unidad de control de comunicaciones 240 establece el modo de operación de la unidad de radiocomunicaciones 210 en el modo no FD.

Cuando la unidad de radiocomunicaciones 210 funciona en el modo FD, la unidad de control de comunicaciones 240 hace que la unidad de radiocomunicaciones 210 reciba la señal de enlace descendente en el enlace de radio de retorno 22 desde la estación base de macrocélulas 10 de conformidad con la información de asignación de recursos recibida desde el aparato de control de comunicaciones 10, y al mismo tiempo, para transmitir la señal de enlace descendente en el enlace de acceso 23 del mismo canal al terminal de célula pequeña. De manera similar, la unidad de control de comunicaciones 240 hace que la unidad de radiocomunicaciones 210 reciba la señal de enlace ascendente en el enlace de acceso 23 desde el terminal de célula pequeña de conformidad con la información de asignación de recursos recibida desde el aparato de control de comunicaciones 10, y al mismo tiempo, para transmitir la señal de enlace ascendente en el enlace de radio de retorno 22 del mismo canal a la estación base de macrocélula 10.

En al menos uno de entre el enlace descendente y el enlace ascendente, se puede determinar un sistema de modulación y codificación que se aplicará a la recepción y transmisión en la unidad de radiocomunicaciones 210 utilizando la información AMC recibida del aparato de control de comunicaciones 10. Además, la potencia de la señal de transmisión desde la unidad de radiocomunicaciones 210 y la potencia de la señal de transmisión desde el terminal de célula pequeña se pueden determinar utilizando la información de potencia de transmisión recibida desde el aparato

de control de comunicaciones 10. En consecuencia, la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  que es la relación de potencia entre la señal de recepción y la señal de transmisión en la unidad de radiocomunicaciones 210 en el modo FD se ajusta de modo que no exceda el umbral  $R_{th}$ , descrito con anterioridad. El ajuste de la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  para que no exceda el umbral  $R_{th}$ , permite suprimir la relación de la potencia de la señal de la autointerferencia a la potencia de una señal deseada. Esto permite que la unidad de procesamiento de autointerferencia 220 elimine fácilmente la autointerferencia utilizando la técnica SIC.

Cuando la unidad de radiocomunicaciones 210 funciona en el modo no FD, la unidad de control de comunicaciones 240 hace que la unidad de radiocomunicaciones 210 realice la radiocomunicación mientras evita la interferencia entre nodos de conformidad con la información de asignación de recursos recibida desde el aparato de control de comunicaciones 10. En el modo no FD, la unidad de control de comunicaciones 240 puede realizar la asignación de recursos y el control de potencia de transmisión para el terminal de célula pequeña.

### 3-2. Operación como dispositivo esclavo

El aparato de radiocomunicaciones 20 también puede funcionar como un dispositivo esclavo (es decir, un terminal de célula pequeña) en lugar de un dispositivo maestro para hacer funcionar la célula pequeña 21. Cuando el aparato de radiocomunicaciones 20 funciona como un dispositivo esclavo, es posible no utilizar dos antenas para el enlace de radio de retorno 22 de cuatro antenas de la unidad de radiocomunicaciones 210. Una de las dos antenas para el enlace de acceso 23 se puede utilizar para recibir la señal de enlace descendente, y la otra se puede utilizar para transmitir la señal de enlace ascendente. La unidad de control de comunicaciones 240 hace que la unidad de radiocomunicaciones 210 reciba la señal de enlace descendente y transmita la señal de enlace ascendente de conformidad con la información de asignación de recursos recibida desde el dispositivo maestro. La potencia de transmisión de la señal de enlace ascendente se indica mediante la información de potencia de transmisión recibida desde el dispositivo maestro.

## 4. Procedimiento de proceso

### 4-1. Proceso de control de la comunicación

La Figura 11 es un diagrama de secuencia que ilustra un procedimiento a modo de ejemplo de un proceso de control de comunicaciones realizado en el sistema de control de comunicaciones 1 de conformidad con una forma de realización. En la secuencia mostrada en la Figura 11, el aparato de control de comunicaciones 10 que sirve como una estación base de macrocélulas, el aparato de radiocomunicaciones 20 que sirve como dispositivo maestro de una célula pequeña y el terminal 30 de célula pequeña están implicados.

En primer lugar, el aparato de control de comunicaciones 10 recoge la información del dispositivo maestro y la información de célula pequeña desde el aparato de radiocomunicaciones 20 (etapa S110). La recogida de dicha información puede realizarse periódicamente, o puede realizarse a través de un iniciador por un evento tal como el inicio del funcionamiento de la célula pequeña o el movimiento del aparato de radiocomunicaciones 20.

A continuación, el aparato de control de comunicaciones 10 determina si el aparato de radiocomunicaciones 20 debe funcionar en el modo FD realizando el proceso de determinación de FD (etapa S120). El proceso de determinación de FD, a realizarse en este caso, se describirá con más detalle a continuación.

Más adelante, el aparato de control de comunicaciones 10 distribuye recursos de radio al enlace de radio de retorno y al enlace de acceso del enlace descendente y al enlace de radio de retorno y al enlace de acceso del enlace ascendente en base a un resultado obtenido por el proceso de determinación de FD (etapa S130). Cuando se selecciona el modo FD en el proceso de determinación de FD, la distribución de recursos, por ejemplo, tal como se describe con referencia a la Figura 4 o 5, se pueden realizar. Cuando se selecciona el modo no FD en el proceso de determinación de FD, se puede realizar la distribución de recursos, por ejemplo, tal como se describe con referencia a las Figuras 7 u 8.

Cuando se selecciona el modo FD, el aparato de control de comunicaciones 10 ajusta la relación de la potencia de la señal de transmisión a la potencia de la señal de recepción en el aparato de radiocomunicaciones 20 realizando, además, un proceso de ajuste de la relación de potencia (etapa S140). El proceso de ajuste de la relación de potencia que se realizará en este caso se describirá con más detalle a continuación.

Posteriormente, el aparato de control de comunicaciones 10 indica el modo de operación al aparato de radiocomunicaciones 20, y transmite información de asignación de recursos y otra información de control (información de AMC e información de potencia de transmisión en el modo FD) (etapa S165). El aparato de radiocomunicaciones 20 transmite la información de asignación de recursos para el terminal 30 de célula pequeña y otra información de control al terminal 30 de célula pequeña (etapa S170).

A continuación, el aparato de radiocomunicaciones 20 establece el modo de operación de su propio dispositivo en el modo indicado desde el aparato de control de comunicaciones 10 (etapa S175). Por ejemplo, cuando el modo FD se

indica desde el aparato de control de comunicaciones 10, la transmisión/recepción de una señal entre el terminal de célula pequeña 30 y el aparato de radiocomunicaciones 20 en el enlace de acceso se realiza de manera simultánea en el mismo canal de frecuencia que la recepción/transmisión de una señal entre el aparato de radiocomunicaciones 20 y la estación base de macrocélulas 10 en el enlace de radio de retorno (etapas S180 y S185). A continuación, el aparato de radiocomunicaciones 20 elimina la autointerferencia debida a la fuga de la señal de transmisión utilizando la técnica SIC de la señal de recepción (etapa S190).

#### 4-2. Proceso de determinación de FD

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo del procedimiento detallado del proceso de determinación de FD mostrado en la Figura 11.

Con referencia a la Figura 12, en primer lugar, la unidad de control cooperativo 144 del aparato de control de comunicaciones 10 adquiere información de capacidad del aparato de radiocomunicaciones 20 (etapa S121). La información de capacidad que se debe adquirir en este caso puede incluir al menos uno de los niveles restantes de batería, configuración de antena y funcionalidad SIC del aparato de radiocomunicaciones 20. Además, la unidad de control cooperativa 144 adquiere información de carga que incluye al menos una de entre la cantidad del tráfico a ser procesada por el aparato de radiocomunicaciones 20 y el número de terminales de células pequeñas (etapa S122).

A continuación, la unidad de control cooperativo 144 determina si el aparato de radiocomunicaciones 20 tiene capacidad del modo FD basándose en la información de capacidad adquirida (etapa S123). Por ejemplo, cuando el nivel de batería restante no es suficiente, el número de antenas es insuficiente o el aparato de radiocomunicaciones 20 no tiene la funcionalidad SIC, se determina que el aparato de radiocomunicaciones 20 no tiene la capacidad del modo FD, y luego el proceso pasa a la etapa S126.

Cuando el aparato de radiocomunicaciones 20 tiene la capacidad del modo FD, la unidad de control cooperativo 144 determina, además, si aumenta la capacidad de la célula pequeña basándose en la información de carga adquirida (etapa S124). Por ejemplo, cuando la cantidad de tráfico a procesar excede un umbral o cuando el número de terminales de célula pequeña supera un umbral, se determina que la capacidad de la célula pequeña se incrementa, y luego el proceso continúa a la etapa S125. Por el contrario, si la capacidad de la célula pequeña para determinar que no se incrementa, el proceso continúa con la etapa S126.

En la etapa S125, la unidad de control cooperativo 144 selecciona el modo FD como el modo de operación del aparato de radiocomunicaciones 20. Por el contrario, en la etapa S126, la unidad de control cooperativo 144 selecciona el modo no FD como el modo de operación del aparato de radiocomunicaciones 20.

#### 4-3. Proceso de ajuste de la relación de potencia

La Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo del procedimiento detallado del proceso de ajuste de la relación de potencia mostrado en la Figura 11.

Con referencia a la Figura 13, en primer lugar, la unidad de control cooperativo 144 determina un valor inicial del sistema de modulación de codificación para cada recurso de radio basado en la distribución de recursos inicial y el indicador de calidad del canal (CQI) recibido desde el aparato de radiocomunicaciones 20 y el terminal de célula pequeña 30 (etapa S141). Además, la unidad de control cooperativo 144 calcula el valor inicial de la potencia de transmisión que se utilizará para cada recurso de radio (etapa S143).

A continuación, la unidad de control cooperativo 144 determina si la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  ilustrada en la Expresión (1) supera el umbral  $R_{th}$  (etapa S145). Si la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  excede el umbral  $R_{th}$ , el proceso pasa a la etapa S147. Si la relación de potencia de control  $R_{CTRL}$  no excede el umbral  $R_{th}$ , se determina que el sistema de modulación de codificación y la potencia de transmisión son un valor en ese punto de tiempo, y el proceso de ajuste de la relación de potencia finaliza.

En la etapa S147, la unidad de control cooperativo 144 determina si hay espacio para ajustar los recursos (recursos del enlace de acceso en el enlace descendente y el enlace de radio de retorno en el enlace ascendente) en el lado de transmisión (etapa S147).

Si hay espacio para ajustar los recursos en el lado de la transmisión, la unidad de control cooperativo 144 asigna recursos de radio adicionalmente al enlace en el lado de la transmisión (etapa S149), y reduce aún más el orden de modulación del enlace en el lado de la transmisión (etapa S151). A continuación, el proceso vuelve a la etapa S145.

Si no hay espacio para ajustar recursos en el lado de transmisión, la unidad de control cooperativo 144 determina si hay espacio para ajustar recursos (recursos del enlace de radio de retorno en el enlace descendente y el enlace de acceso en el enlace ascendente) en el lado de recepción (etapa S153). Si hay espacio para ajustar los recursos en el lado de recepción, la unidad de control cooperativo 144 aumenta la potencia de transmisión en el lado de recepción

dentro de un margen que no cause interferencia perjudicial a los nodos circundantes (etapa S155). A continuación, el proceso retorna a la etapa S145.

5 Si no hay espacio para ajustar los recursos tanto del lado de la transmisión como del lado de la recepción, la configuración del modo FD se detiene porque la unidad de control cooperativa 144 no es posible eliminar la autointerferencia suficientemente utilizando la técnica SIC en el aparato de radiocomunicación 20 (etapa S157). En este caso, la unidad de control cooperativo 144 selecciona el modo no FD como el modo de operación del aparato de radiocomunicaciones 20.

#### 10 4-4. Ejemplo modificado

15 Como un ejemplo modificado, las funciones de la unidad de control cooperativo 144 del aparato de control de comunicaciones 10 tal como se describió con anterioridad pueden ponerse en práctica en el nodo de control dentro de la red central 15 o la PDN 16. La Figura 14 ilustra un ejemplo del procedimiento del proceso de control de comunicaciones realizado en dicho ejemplo modificado. En la secuencia mostrada en la Figura 14, la estación base de macrocélulas 10, el aparato de radiocomunicaciones 20, el terminal de células pequeñas 30 y el nodo de control 50 están implicados.

20 En primer lugar, el nodo de control 50 recoge la información del dispositivo maestro y la información de la célula pequeña desde el aparato de radiocomunicaciones 20 (etapa S110). Además, el nodo de control 50 recoge la información de la macrocélula de la estación base de macrocélula 10 (etapa S115). La recogida de dicha información puede realizarse periódicamente, o puede realizarse a través de un iniciador por algunos eventos.

25 A continuación, el nodo de control 50 determina si el aparato de radiocomunicaciones 20 debe funcionar en el modo FD realizando el proceso de determinación de FD descrito con referencia a la Figura 12 (etapa S120).

30 Posteriormente, el nodo de control 50 distribuye recursos de radio al enlace de radio de retorno y al enlace de acceso del enlace descendente y al enlace de radio de retorno y al enlace de acceso del enlace ascendente en base a un resultado obtenido por el proceso de determinación de FD (etapa S130).

35 Cuando se selecciona el modo FD, el nodo de control 50 ajusta la relación de la potencia de la señal de transmisión a la potencia de la señal de recepción en el aparato de radiocomunicaciones 20 realizando, además, el proceso de ajuste de la relación de potencia descrito con referencia a la Figura 13 (etapa S140).

40 A continuación, el nodo de control 50 transmite la información de asignación de recursos para una macrocélula y otra información de control a la estación base de macrocélula 10 (etapa S160). Además, el nodo de control 50 indica el modo de operación al aparato de radiocomunicaciones 20, y transmite la información de asignación de recursos y otra información de control (etapa S165). El aparato de radiocomunicaciones 20 transmite la información de asignación de recursos para el terminal 30 de célula pequeña y otra información de control al terminal 30 de célula pequeña (etapa S170).

Los procesos posteriores pueden ser similares a los de la secuencia descrita con referencia a la Figura 11.

#### 45 5. Ejemplos de aplicación

50 La tecnología de la presente invención es aplicable a varios productos. Por ejemplo, una función de control cooperativo de un aparato de control de comunicaciones 10 puede realizarse como un nodo de control cooperativo que corresponde a cualquier tipo de servidor tal como un servidor de torre, un servidor de bastidor y un servidor Blade. La función de control cooperativo puede ser un módulo de control (tal como un módulo de circuito integrado que incluye un troquel único y una tarjeta o un blade que se inserta en una ranura de un servidor blade) montado en el nodo de control cooperativo.

55 A modo de ejemplo, el aparato de control de comunicaciones 10 puede realizarse como cualquier tipo de Nodo B evolucionado (eNB) tal como un macro eNB, un pico eNB y un eNB local. En cambio, el aparato de control de comunicaciones 10 puede realizarse como cualquier otro tipo de estación base tales como un NodoB y una estación base transceptora (BTS).

60 El aparato de radiocomunicaciones 20 también puede configurarse como eNB, o puede configurarse como otros tipos de estaciones base tales como NodoB o BTS. Por ejemplo, el aparato de radiocomunicaciones 20 puede realizarse como un terminal móvil, como un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador personal (PC), un ordenador portátil, un terminal de juegos portátil, un enrutador móvil de tipo portátil/memoria USB y una cámara digital, o un terminal de vehículo tal como un aparato de navegación para vehículos. El aparato de radiocomunicaciones 20 también puede realizarse como un terminal (que también se denomina terminal de comunicaciones de tipo máquina (MTC)) que realiza la comunicación máquina a máquina (M2M). Además, el aparato de radiocomunicaciones 20 puede ser un módulo de radiocomunicaciones (tal como un módulo de circuito integrado que incluya una matriz única) montado en cada uno de los terminales.

### 5-1. Ejemplo de aplicación sobre el nodo de control cooperativo

5 La Figura 15 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una configuración esquemática de un servidor de control cooperativo 700 al que se puede aplicar la tecnología de la presente invención. El servidor de control cooperativo 700 incluye un procesador 701, una memoria 702, almacenamiento 703, una interfaz de red 704 y un bus 706.

10 El procesador 701 puede ser, por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU) o un procesador de señal digital (DSP), y controla las funciones del servidor de control cooperativo 700. La memoria 702 incluye memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria de solamente lectura (ROM), y almacena un programa que es ejecutado por el procesador 701 y los datos. El almacenamiento 703 puede incluir un medio de almacenamiento tal como una memoria de semiconductores y un disco duro.

15 La interfaz de red 704 es una interfaz de comunicaciones cableada para conectar el servidor de control cooperativo 700 a una red de comunicaciones cableada 705. La red de comunicaciones cableada 705 puede ser una red central tal como un núcleo de paquete evolucionado (EPC), o una red de datos en paquetes (PDN) tal como Internet.

20 El bus 706 interconecta el procesador 701, la memoria 702, el almacenamiento 703 y la interfaz de red 704 entre sí. El bus 706 puede configurarse para incluir dos o más buses que tienen diferentes velocidades (por ejemplo, bus de alta velocidad y bus de baja velocidad).

25 En el servidor de control cooperativo 700 mostrado en la Figura 15, la unidad de control cooperativo 144 descrita con referencia a la Figura 3 puede ponerse en práctica en el procesador 701. Por ejemplo, el servidor de control cooperativo 700 puede soportar la eliminación de autointerferencia en el dispositivo maestro de la célula pequeña, lo que hace que sea posible que las células pequeñas utilicen eficientemente los recursos de radio utilizando la comunicación en el modo FD.

### 5-2. Ejemplos de aplicación con respecto a la estación base

30 La Figura 16 es un diagrama de bloques que ilustra un primer ejemplo de una configuración esquemática de un eNB al que se puede aplicar la tecnología de la presente invención. Un eNB 800 incluye una o más antenas 810 y un aparato de estación base 820. Cada antena 810 y el aparato de estación base 820 pueden ser conectados entre sí a través de un cable RF.

35 Cada una de las antenas 810 incluye uno o varios elementos de antena (tales como múltiples elementos de antena incluidos en una antena MIMO), y se utiliza para que el aparato de estación base 820 transmita y reciba señales de radio. El eNB 800 puede incluir las antenas múltiples 810, tal como se ilustra en la Figura 16. Por ejemplo, las antenas múltiples 810 pueden ser compatibles con múltiples bandas de frecuencia utilizadas por el eNB 800. Aunque la Figura 16 ilustra el ejemplo en donde el eNB 800 incluye las múltiples antenas 810, el eNB 800 también puede incluir una sola antena 810.

40 El aparato de estación base 820 incluye un controlador 821, una memoria 822, una interfaz de red 823 y una interfaz de radiocomunicaciones 825.

45 El controlador 821 puede ser, por ejemplo, una CPU o un DSP, y utiliza varias funciones de una capa superior del aparato de estación base 820. Por ejemplo, el controlador 821 genera un paquete de datos a partir de datos en señales procesadas por la interfaz de radiocomunicaciones 825, y transfiere el paquete generado a través de la interfaz de red 823. El controlador 821 puede agrupar datos de múltiples procesadores de banda base para generar el paquete agrupado y transferir el paquete agrupado generado. El controlador 821 puede tener funciones lógicas de realización de control, tales como control de recursos de radio, control de portador de radio, gestión de movilidad, control de admisión y programación. El control puede realizarse de una forma corporativa con un eNB o un nodo de red central en la proximidad. La memoria 822 incluye RAM y ROM, y almacena un programa que es ejecutado por el controlador 821, y varios tipos de datos de control (tal como una lista de terminales, datos de potencia de transmisión y datos de programación).

50 La interfaz de red 823 es una interfaz de comunicaciones para conectar el aparato de estación base 820 a una red central 824. El controlador 821 puede comunicarse con un nodo de red central u otro eNB a través de la interfaz de red 823. En ese caso, el eNB 800 y el nodo de red central u otro eNB pueden conectarse entre sí a través de una interfaz lógica (tales como una interfaz S1 y una interfaz X2). La interfaz de red 823 también puede ser una interfaz de comunicaciones cableada o una interfaz de radiocomunicaciones para radio de retorno. Si la interfaz de red 823 es una interfaz de radiocomunicaciones, la interfaz de red 823 puede utilizar una banda de frecuencia más alta para la radiocomunicación que una banda de frecuencia utilizada por la interfaz de radiocomunicaciones 825.

65 La interfaz de radiocomunicaciones 825 admite cualquier sistema de comunicación celular tal como LTE y LTE-A, y proporciona conexión de radio a un terminal situado en una célula del eNB 800 a través de la antena 810. La interfaz

de radiocomunicaciones 825 puede incluir, por ejemplo, un procesador de banda base (BB) 826 y un circuito de RF 827. El procesador BB 826 puede realizar, por ejemplo, codificación/decodificación, modulación/demodulación y multiplexación/demultiplexación, y realiza varios tipos de procesamiento de señal de capas (tales como L1, control de acceso medio (MAC), control de enlace de radio (RLC) y un protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP)). El procesador BB 826 puede tener una parte o todas las funciones lógicas descritas con anterioridad en lugar del controlador 821. El procesador BB 826 puede ser una memoria que almacena un programa de control de comunicaciones, o un módulo que incluye un procesador y un circuito relacionado configurado para ejecutar el programa. La actualización del programa puede permitir cambiar las funciones del procesador BB 826. El módulo puede ser una tarjeta o un blade que se inserte en una ranura del aparato de estación base 820. De manera alternativa, el módulo también puede ser un circuito integrado que esté montado en la tarjeta o en el blade. Asimismo, el circuito de RF 827 puede incluir, por ejemplo, un mezclador, un filtro y un amplificador, y transmite y recibe señales de radio a través de la antena 810.

La interfaz de radiocomunicaciones 825 puede incluir los múltiples procesadores BB 826, tal como se ilustra en la Figura 16. Por ejemplo, los múltiples procesadores BB 826 pueden ser compatibles con múltiples bandas de frecuencia utilizadas por el eNB 800. La interfaz de radiocomunicaciones 825 puede incluir los múltiples circuitos RF 827, tal como se ilustra en la Figura 16. Por ejemplo, los múltiples circuitos de RF 827 pueden ser compatibles con múltiples elementos de antena. Aunque la Figura 16 ilustra el ejemplo en donde la interfaz de radiocomunicaciones 825 incluye los múltiples procesadores BB 826 y los múltiples circuitos de RF 827, la interfaz de radiocomunicaciones 825 también puede incluir un único procesador de BB 826 o un único circuito de RF 827.

La unidad de control cooperativa 144 descrita con referencia a la Figura 3 puede ponerse en práctica en el controlador 821 del eNB 800 que se muestra en la Figura 16. De manera alternativa, el eNB 800 puede tener la función del aparato de radiocomunicaciones 20 descrito con referencia a la Figura 10. En el primer caso, el eNB 800 puede soportar la eliminación de autointerferencia en el dispositivo maestro de las células pequeñas, lo que hace posible que las células pequeñas utilicen eficientemente los recursos de radio usando la comunicación en el modo FD. En el último caso, en el eNB 800, es posible realizar la comunicación en el modo FD mientras se elimina la autointerferencia de forma adecuada.

### 5-3. Ejemplos de aplicación sobre aparatos terminales

#### Primer ejemplo de aplicación

La Figura 17 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una configuración esquemática de un teléfono inteligente 900 al que se puede aplicar la tecnología de la presente invención. El teléfono inteligente 900 incluye un procesador 901, una memoria 902, un almacenamiento 903, una interfaz de conexión externa 904, una cámara 906, un sensor 907, un micrófono 908, un dispositivo de entrada 909, un dispositivo de visualización 910, un altavoz 911, una interfaz de radio comunicaciones 912, uno o más interruptores de antena 915, una o más antenas 916, un bus 917, una batería 918 y un controlador auxiliar 919.

El procesador 901 puede ser, por ejemplo, una CPU o un sistema en un circuito integrado (SoC), y controla las funciones de una capa de aplicación y otra capa del teléfono inteligente 900. La memoria 902 incluye RAM y ROM, y almacena un programa que se ejecuta por el procesador 901, y datos. El almacenamiento 903 puede incluir un medio de almacenamiento tal como una memoria de semiconductores y un disco duro. La interfaz de conexión externa 904 es una interfaz para conectar un dispositivo externo, tal como una tarjeta de memoria y un dispositivo de bus serie universal (USB) al teléfono inteligente 900.

La cámara 906 incluye un sensor de imagen, tal como un dispositivo acoplado por carga (CCD) y un semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS), y genera una imagen capturada. El sensor 907 puede incluir un grupo de sensores tales como un sensor de medición, un sensor giroscópico, un sensor geomagnético y un sensor de aceleración. El micrófono 908 convierte los sonidos que se aplican a la entrada del teléfono inteligente 900 en señales de audio. El dispositivo de entrada 909 incluye, por ejemplo, un sensor táctil configurado para detectar el tacto en una pantalla del dispositivo de visualización 910, un teclado, un teclado auxiliar, un botón o un interruptor, y recibe una operación o una entrada de información de un usuario. El dispositivo de visualización 910 incluye una pantalla tal como una pantalla de cristal líquido (LCD) y una pantalla de diodo emisor de luz orgánica (OLED), y muestra una imagen de salida del teléfono inteligente 900. El altavoz 911 convierte las señales de audio que salen del teléfono inteligente 900 a sonidos.

La interfaz de radiocomunicaciones 912 admite cualquier sistema de comunicaciones celular tal como LTE y LTE-A, y realiza la radiocomunicación. La interfaz de radiocomunicaciones 912 suele incluir, por ejemplo, un procesador BB 913 y un circuito de RF 914. El procesador BB 913 puede realizar, por ejemplo, codificación/decodificación, modulación/demodulación y multiplexación/demultiplexación, y realiza varios tipos de procesamiento de señales para radiocomunicaciones. Asimismo, el circuito de RF 914 puede incluir, por ejemplo, un mezclador, un filtro y un amplificador, y transmite y recibe señales de radio a través de la antena 916. La interfaz de radiocomunicaciones 912 también puede ser un módulo de un solo circuito integrado que tiene el procesador BB 913 y el circuito de RF 914 integrado en el mismo. La interfaz de radiocomunicaciones 912 puede incluir los múltiples procesadores BB 913 y los

múltiples circuitos de RF 914, tal como se ilustra en la Figura 17. Aunque la Figura 17 ilustra el ejemplo en donde la interfaz de radiocomunicaciones 912 incluye los múltiples procesadores BB 913 y los múltiples circuitos de RF 914, la interfaz de radiocomunicaciones 912 también puede incluir un único procesador BB 913 o un único circuito de RF 914.

5 Asimismo, además de un sistema de comunicaciones celular, la interfaz de radiocomunicaciones 912 puede soportar otro tipo de sistema de radiocomunicaciones tal como un sistema de radiocomunicaciones de corta distancia, un sistema de comunicaciones de campo cercano y un sistema de red de área local de radio (LAN). En ese caso, la interfaz de radiocomunicaciones 912 puede incluir el procesador BB 913 y el circuito de RF 914 para cada sistema de radiocomunicaciones.

10 Cada uno de los conmutadores de antena 915 conmuta los destinos de conexión de las antenas 916 entre múltiples circuitos (tales como circuitos para diferentes sistemas de radiocomunicaciones) incluidos en la interfaz de radiocomunicaciones 912.

15 Cada una de las antenas 916 incluye elementos de antena únicos o múltiples (tal como elementos de antena múltiples incluidos en una antena MIMO), y se utiliza para la interfaz de radiocomunicaciones 912 para transmitir y recibir señales de radio. El teléfono inteligente 900 puede incluir las antenas múltiples 916, tal como se ilustra en la Figura 17. Aunque la Figura 17 ilustra el ejemplo en donde el teléfono inteligente 900 incluye las múltiples antenas 916, el teléfono inteligente 900 también puede incluir una sola antena 916.

20 Además, el teléfono inteligente 900 puede incluir la antena 916 para cada sistema de radiocomunicaciones. En ese caso, los interruptores de antena 915 pueden omitirse de la configuración del teléfono inteligente 900.

25 El bus 917 conecta el procesador 901, la memoria 902, el almacenamiento 903, la interfaz de conexión externa 904, la cámara 906, el sensor 907, el micrófono 908, el dispositivo de entrada 909, el dispositivo de visualización 910, el altavoz 911, la interfaz de radiocomunicaciones 912, y el controlador auxiliar 919 entre sí. La batería 918 suministra potencia a los bloques del teléfono inteligente 900 ilustrado en la Figura 17 a través de líneas de alimentación, que se muestran parcialmente como líneas discontinuas en la figura. El controlador auxiliar 919 utiliza una función mínima necesaria del teléfono inteligente 900, por ejemplo, en un modo de suspensión.

30 El teléfono inteligente 900 que se muestra en la Figura 17 puede funcionar como un AP dinámico que forma una red local. En este caso, el teléfono inteligente 900 puede tener la función del aparato de radiocomunicaciones 20 descrito con referencia a la Figura 10. Esto permite eliminar la autointerferencia en el AP dinámico y realizar la comunicación en el modo FD.

35 **Segundo ejemplo de aplicación**

La Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una configuración esquemática de un aparato de navegación para vehículos 920 al que se puede aplicar la tecnología de la presente invención. El aparato de navegación para vehículos 920 incluye un procesador 921, una memoria 922, un módulo de sistema de posicionamiento global (GPS) 924, un sensor 925, una interfaz de datos 926, un reproductor de contenido 927, una interfaz de medio de almacenamiento 928, un dispositivo de entrada 929, un dispositivo de visualización 930, un altavoz 931, una interfaz de radiocomunicaciones 933, uno o más interruptores de antena 936, una o más antenas 937 y una batería 938.

45 El procesador 921 puede ser, por ejemplo, una CPU o un SoC, y controla una función de navegación y otra función del aparato de navegación para vehículos 920. La memoria 922 incluye RAM y ROM, y almacena un programa que se ejecuta por el procesador 921, y datos.

50 El módulo GPS 924 utiliza señales GPS recibidas desde un satélite GPS para medir una posición (tales como la latitud, longitud y altitud) del aparato de navegación para vehículos 920. El sensor 925 puede incluir un grupo de sensores tales como un sensor giroscópico, un sensor geomagnético y un sensor de presión de aire. La interfaz de datos 926 está conectada, por ejemplo, a una red en el vehículo 941 a través de un terminal que no se ilustra, y adquiere los datos generados por el vehículo, tales como los datos de velocidad del vehículo.

55 El reproductor de contenido 927 reproduce contenido almacenado en un medio de almacenamiento (tal como un CD y un DVD) que se inserta en la interfaz del medio de almacenamiento 928. El dispositivo de entrada 929 incluye, por ejemplo, un sensor táctil configurado para detectar el tacto en una pantalla del dispositivo de visualización 930, un botón o un interruptor, y recibe una operación o una entrada de información desde un usuario. El dispositivo de visualización 930 incluye una pantalla tal como una pantalla LCD o una pantalla OLED, y muestra una imagen de la función de navegación o contenido que se reproduce. El altavoz 931 emite sonidos de la función de navegación o del contenido que se reproduce.

60 La interfaz de radiocomunicaciones 933 admite cualquier sistema de comunicaciones celular tal como LET y LTE-A, y realiza la radiocomunicación. La interfaz de radiocomunicaciones 933 suele incluir, por ejemplo, un procesador BB 934 y un circuito de RF 935. El procesador BB 934 puede realizar, por ejemplo, codificación/decodificación,

65

modulación/demodulación y multiplexación/demultiplexación, y realiza varios tipos de procesamiento de señales para radiocomunicaciones. Asimismo, el circuito de RF 935 puede incluir, por ejemplo, un mezclador, un filtro y un amplificador, y transmite y recibe señales de radio a través de la antena 937. La interfaz de radiocomunicaciones 933 puede ser un módulo de un solo circuito integrado que tiene el procesador BB 934 y el circuito de RF 935 integrado en el mismo. La interfaz de radiocomunicaciones 933 puede incluir los múltiples procesadores BB 934 y los múltiples circuitos de RF 935, tal como se ilustra en la Figura 18. Aunque la Figura 18 ilustra el ejemplo en donde la interfaz de radiocomunicaciones 933 incluye los múltiples procesadores BB 934 y los múltiples circuitos de RF 935, la interfaz de radiocomunicaciones 933 también puede incluir un único procesador de BB 934 o un único circuito de RF 935.

Asimismo, además de un sistema de comunicaciones celular, la interfaz de radiocomunicaciones 933 puede soportar otro tipo de sistema de radiocomunicaciones tal como un sistema de radiocomunicaciones de corta distancia, un sistema de comunicaciones de campo cercano y un sistema de radio LAN. En ese caso, la interfaz de radiocomunicaciones 933 puede incluir el procesador BB 934 y el circuito de RF 935 para cada sistema de radiocomunicaciones.

Cada uno de los conmutadores de antena 936 conmuta los destinos de conexión de las antenas 937 entre múltiples circuitos (tales como circuitos para diferentes sistemas de radiocomunicaciones) incluidos en la interfaz de radiocomunicaciones 933.

Cada una de las antenas 937 incluye uno o varios elementos de antena (tales como múltiples elementos de antena incluidos en una antena MIMO), y se utiliza para la interfaz de radiocomunicaciones 933 para transmitir y recibir señales de radio. El aparato de navegación para vehículos 920 puede incluir las antenas múltiples 937, tal como se ilustra en la Figura 18. Aunque la Figura 18 ilustra el ejemplo en donde el aparato de navegación para vehículos 920 incluye las múltiples antenas 937, el aparato de navegación para vehículos 920 también puede incluir una sola antena 937.

Además, el aparato de navegación para vehículos 920 puede incluir la antena 937 para cada sistema de radiocomunicaciones. En ese caso, los interruptores de antena 936 pueden omitirse de la configuración del aparato de navegación para vehículos 920.

La batería 938 suministra potencia a los bloques del aparato de navegación para vehículos 920 ilustrado en la Figura 18 a través de líneas de alimentación que se muestran parcialmente como líneas discontinuas en la figura. La batería 938 acumula potencia suministrada desde el vehículo.

El aparato de navegación para vehículos 920 mostrado en la Figura 18 puede funcionar como un AP dinámico que forma una red local. En este caso, el aparato de navegación para vehículos 920 puede tener la función del aparato de radiocomunicaciones 20 descrito con referencia a la Figura 10. Esto permite eliminar la autointerferencia en el AP dinámico y realizar la comunicación en el modo FD.

La tecnología de la presente invención también puede realizarse como un sistema en el vehículo (o un vehículo) 940 que incluye uno o más bloques del aparato de navegación para el vehículo 920, la red en el vehículo 941 y un módulo del vehículo 942. El módulo del vehículo 942 genera datos del vehículo, tales como la velocidad del vehículo, la velocidad del motor y la información sobre problemas, y envía los datos generados a la red del vehículo 941.

## 6. Conclusión

Las formas de realización de la tecnología de conformidad con la presente invención se han descrito en detalle con referencia a las Figuras 1 a 18. Según las formas de realización anteriores, en el aparato de radiocomunicaciones que está conectado a una estación base a través del enlace de radio de retorno y está conectado a uno o más terminales a través del enlace de acceso, y se realiza la comunicación en el modo dúplex completo (FD). En este caso, el modo FD significa que la recepción en el enlace de radio de retorno y la transmisión en el enlace de acceso o la recepción en el enlace de acceso y la transmisión en el enlace de radio de retorno se realizan en el mismo canal de manera simultánea. Para apoyar la eliminación de la autointerferencia debido a la fuga de la señal de transmisión desde la señal de recepción en el aparato de radiocomunicaciones, se ajusta la relación de potencia entre la señal de recepción y la señal de transmisión. Esto hace posible evitar eventos en los que la técnica SIC no funciona bien debido a una interferencia excesiva y reducir el nivel de interferencia contenido en una señal deseada al nivel de ruido. Por lo tanto, en el entorno donde funciona una célula pequeña, se puede lograr el uso eficiente de los recursos de radio utilizando el modo FD, y se puede aumentar la capacidad del sistema. Por ejemplo, se reduce la latencia para retransmitir el tráfico. Además, el tamaño de memoria que es necesario para que el dispositivo maestro de una célula pequeña amortigüe el tráfico se reduce y, por lo tanto, se puede reducir el coste de introducción del dispositivo.

Además, de conformidad con las formas de realización anteriores, la relación de potencia descrita con anterioridad se ajusta de modo que la relación de la potencia de la señal de transmisión a la potencia de la señal de recepción no exceda un umbral. A este respecto, el umbral puede corresponder al valor límite superior de la relación de potencia que puede eliminar la autointerferencia en la medida en que la señal de recepción en el dispositivo maestro para retransmitir el tráfico en el modo FD puede ser demodulada adecuadamente. Por lo tanto, al ajustar la relación de potencia mediante el uso de un umbral que coincida con el rendimiento de resistencia a la interferencia, tal como la

capacidad SIC del dispositivo maestro, es posible soportar el dispositivo maestro para que la autointerferencia se elimine de manera fiable.

5 Por ejemplo, en el enlace ascendente, se ajusta la relación de potencia entre la potencia de la señal de recepción desde el terminal de célula pequeña en el enlace de acceso y la potencia de la señal de transmisión a la estación base de macrocélulas en el enlace de radio de retorno. En condiciones normales, el radio de la célula de la macrocélula es mayor que el radio de la célula pequeña. Por lo tanto, la potencia de transmisión del dispositivo maestro tiende a aumentar en el enlace ascendente a la estación base de macrocélulas que el enlace descendente al terminal de células pequeñas. Sin embargo, como las formas de realización descritas con anterioridad, el ajuste de la relación de potencia en el modo FD del enlace ascendente hace posible funcionar eficazmente la técnica SIC en el dispositivo maestro de la célula pequeña.

15 Además, según las formas de realización descritas con anterioridad, cuando la relación de potencia descrita con anterioridad excede un umbral, el orden de modulación aplicado a la señal de transmisión puede reducirse. En consecuencia, se reduce la potencia de la señal de transmisión. Además, al aumentar los recursos asignados a la señal de transmisión, se puede compensar la reducción en el rendimiento causado por la disminución del orden de modulación. Por lo tanto, es posible suprimir la relación de potencia al umbral o menos sin reducir el rendimiento de retransmisión del tráfico. Además, cuando es difícil aumentar los recursos asignados a la señal de transmisión, la potencia de transmisión del terminal de célula pequeña en el enlace de acceso se eleva dentro de un margen que no causa interferencia perjudicial a un sistema próximo. Esto hace posible aumentar la potencia de la señal de recepción en el enlace de acceso en el dispositivo maestro y suprimir la relación de potencia al umbral o menor.

25 Además, según las formas de realización descritas con anterioridad, se determina si realizar, o no, la radiocomunicación en el modo FD en función de la capacidad del dispositivo maestro y la carga del sistema. Por lo tanto, si el dispositivo maestro no puede funcionar en el modo FD o si la carga del sistema no es alta, el dispositivo maestro funciona en el modo no FD. A continuación, el tráfico se retransmite sin el uso de la técnica SIC.

30 Conviene señalar que la serie de procesamiento de control por los aparatos respectivos descritos en este documento puede ponerse en práctica mediante el uso de cualquier software, hardware y una combinación de software y hardware. Los programas que constituyen el software se almacenan previamente en, por ejemplo, un medio de registro (un medio no transitorio) provisto en el interior o el exterior de los respectivos aparatos. Y los programas respectivos son, por ejemplo, objeto de lectura en una memoria de acceso aleatorio (RAM) durante la ejecución y ejecutados por el procesador tal como la CPU.

35 Además, los procesos descritos utilizando los diagramas de flujo en la presente invención pueden no realizarse necesariamente en el orden indicado por el diagrama de flujo. Algunas etapas del proceso pueden realizarse en paralelo. Además, se pueden emplear etapas de procesos adicionales, y se pueden omitir algunas etapas de proceso.

40 Las formas de realización preferidas de la presente invención se han descrito con anterioridad con referencia a los dibujos adjuntos, mientras que la presente invención no se limita a los ejemplos anteriores. Un experto en esta técnica puede encontrar diversas alteraciones y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, y debe entenderse que, naturalmente, entrarán dentro del alcance técnico de la presente invención.

45 Además, los efectos descritos en la presente especificación son meramente ilustrativos y demostrativos, y no limitativos. Dicho de otro modo, la tecnología de conformidad con la presente invención puede presentar otros efectos que son evidentes para los expertos en la técnica junto con o en lugar de los efectos basados en la presente especificación.

50 Lista de referencias numéricas

10 Aparatos de control de comunicaciones

55 110 Unidad de radiocomunicaciones

120 Unidad de comunicaciones de red

130 Unidad de almacenamiento

60 142 Unidad de control de macrocélula

144 Unidad de control cooperativo

65 20 Aparatos de radiocomunicaciones

210 Unidad de radiocomunicaciones

220 Unidad de procesamiento de la autointerferencia

230 Unidad de almacenamiento

5

240 Unidad de control

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control de comunicaciones (10) para controlar, de manera cooperativa, radiocomunicaciones en una macrocélula (11) servida por una estación base de macrocélula y una célula pequeña (21a, 21b) servida por un aparato de radiocomunicaciones (20) que es una estación base pequeña (20a), que comprende:
- una unidad de comunicaciones (110) configurada para comunicarse con el aparato de radiocomunicaciones (20) a través de un enlace de radio de retorno (22) que conecta la macro estación base y la estación base pequeña, estando conectado dicho aparato de radiocomunicaciones (20) a uno o más terminales por intermedio de un enlace de acceso (23); y
- una unidad de control (140, 144) configurada para controlar el uso del enlace de radio de retorno (22) y el enlace de acceso (23) y para ajustar una relación de potencia entre una señal de recepción y una señal de transmisión de modo que dicha relación no exceda un umbral predeterminado,
- en donde dicho ajuste comprende:
- hacer que la estación base de macrocélula ajuste su potencia en el enlace de radio de retorno y/o que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realizan la recepción en el enlace de radio de retorno y una transmisión en el enlace de acceso en un canal idéntico de manera simultánea en el aparato de radiocomunicaciones (20), y
- hacer que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia en el enlace de radio de retorno y/o que uno o más terminales ajusten su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realizan la recepción en el enlace de acceso y la transmisión en el enlace de radio de retorno en un canal idéntico de manera simultánea en el aparato de radiocomunicaciones (20),
- en donde dicho ajuste de la relación de potencia se realiza con el fin de soportar el aparato de radiocomunicaciones (20) en la eliminación de la autointerferencia debido a una fuga de la señal de transmisión desde la señal de recepción.
2. El aparato de control de comunicaciones según la reivindicación 1, en donde la unidad de control (140), cuando la relación de potencia excede el umbral, reduce la potencia de la señal de transmisión disminuyendo un orden de modulación aplicado a la señal de transmisión, en donde la unidad de control (140, 144) compensa una reducción en el rendimiento causada al disminuir el orden de modulación aumentando un recurso asignado a la señal de transmisión.
3. El aparato de control de comunicaciones según la reivindicación 1, en donde la unidad de control (140, 144), cuando la relación de potencia excede el umbral, aumenta la potencia de la señal de recepción elevando la potencia de transmisión de los uno o más terminales.
4. El aparato de control de comunicaciones según la reivindicación 1, en donde la unidad de control (140, 144), cuando se determina que es necesario aumentar la capacidad del aparato de radiocomunicaciones (20) en base a al menos uno de entre una cantidad de tráfico a procesar por el aparato de radiocomunicaciones (20) y el número de terminales, permite que el aparato de radiocomunicaciones (20) realice la recepción y la transmisión en un canal idéntico de manera simultánea.
5. El aparato de control de comunicaciones según la reivindicación 1, en donde la unidad de control (140, 144), cuando se determina que el aparato de radiocomunicaciones (20) tiene la capacidad correspondiente, permite que el aparato de radiocomunicaciones (20) realice la recepción y la transmisión en un canal idéntico de manera simultánea.
6. El aparato de control de comunicaciones según la reivindicación 1, en donde la unidad de control (140, 144), cuando el aparato de radiocomunicaciones no realiza la recepción y la transmisión de manera simultánea, permite que el aparato de radiocomunicaciones (20) utilice el enlace de radio de retorno y el enlace de acceso en un sistema de división de tiempo.
7. El aparato de control de comunicaciones según la reivindicación 1, en donde la unidad de control (140, 144), cuando el aparato de radiocomunicaciones no realiza la recepción y la transmisión de manera simultánea, permite que el aparato de radiocomunicaciones (20) utilice el enlace de radio de retorno y el enlace de acceso en un sistema de división de frecuencia.
8. Un método de control de comunicaciones para controlar, de manera cooperativa, la radiocomunicación en una macrocélula (11) servida por una estación base de macrocélula que es controlada por un aparato de control de comunicaciones (10) y una célula pequeña (21a, 21b) servida por un aparato de radiocomunicaciones (20) que es una estación base pequeña (20a), en donde el aparato de control de comunicaciones (10) está configurado para comunicarse con el aparato de radiocomunicaciones (20) por intermedio de un enlace de radio de retorno (22) que conecta la macro estación base y la estación base pequeña, estando dicho aparato de radiocomunicaciones (20) conectado a uno o más terminales por intermedio de un enlace de acceso (23), comprendiendo el método:

controlar el uso del enlace de radio de retorno (22) y el enlace de acceso (23) y ajustar una relación de potencia entre una señal de recepción y una señal de transmisión para que dicha relación no exceda un umbral predeterminado,

5 en donde dicho ajuste comprende:

hacer que la estación base de macrocélulas ajuste su potencia en el enlace de radio de retorno y/o que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realizan la recepción en el enlace de radio de retorno y una transmisión en el enlace de acceso en un canal idéntico de manera simultánea en el aparato de radiocomunicaciones (20), y

hacer que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia en el enlace de radio de retorno y/o hacer que los uno o más terminales ajusten su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realizan la recepción en el enlace de acceso y la transmisión en el enlace de radio de retorno en un canal idéntico de manera simultánea en el aparato de radiocomunicaciones (20),

en donde dicho ajuste de la relación de potencia se realiza para soportar el aparato de radiocomunicaciones (20) en la eliminación de la autointerferencia debido a una fuga de la señal de transmisión desde la señal de recepción.

20 **9.** Un aparato de radiocomunicaciones (20) que es una estación base de célula pequeña (20a) configurada para servir a una célula pequeña (21a, 21b), que comprende:

una unidad de radiocomunicaciones (210) configurada para comunicarse con un aparato de control de comunicaciones (10) a través de un enlace de radio de retorno (22) y para comunicarse con uno o más terminales (30) a través de un enlace de acceso (23), en donde el aparato de control de comunicaciones (10) está configurado para controlar, de manera cooperativa, la radiocomunicación en una macrocélula (11) servida por una estación base de macrocélula y una célula pequeña (21a, 21b) servida por un aparato de radiocomunicaciones (20) y en donde el enlace de radio de retorno (22) conecta la macro estación base y la estación base de célula pequeña;

una unidad de procesamiento de la autointerferencia (220) configurada para, cuando se realizan una recepción en el enlace de radio de retorno y una transmisión en el enlace de acceso, o una recepción en el enlace de acceso y una transmisión en el enlace de radio de retorno, en un canal idéntico de manera simultánea, en la unidad de radiocomunicaciones (210), eliminar la autointerferencia debido a una fuga de una señal de transmisión desde una señal de recepción; y

una unidad de control (240) configurada para cooperar con el aparato de control de comunicaciones (10) para permitir que la unidad de radiocomunicaciones utilice una relación de potencia entre la señal de recepción y la señal de transmisión, ajustándose la relación de potencia para permitir la eliminación de la autointerferencia sobre la base de la información de potencia recibida desde el aparato de control de comunicaciones (10),

en donde dicho ajuste comprende:

hacer que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realicen la recepción en el enlace de radio de retorno y una transmisión en el enlace de acceso en un canal idéntico de manera simultánea en el aparato de radiocomunicaciones (20), y

hacer que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia en el enlace de radio de retorno y/o hacer que los uno o más terminales ajusten su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realizan la recepción en el enlace de acceso y la transmisión en el enlace de radio de retorno en un canal idéntico de manera simultánea en el aparato de radiocomunicaciones (20).

**10.** El aparato de radiocomunicaciones, según la reivindicación 9, en donde la unidad de radiocomunicaciones (210) incluye una o más antenas destinadas al enlace de radio de retorno (22) e incluye una o más antenas destinadas al enlace de acceso (23), en donde la unidad de radiocomunicaciones (210) incluye al menos una antena transmisora y una antena receptora destinadas al enlace de radio de retorno (22) e incluye al menos una antena transmisora y una antena receptora destinadas al enlace de acceso (23).

**11.** Un método de control de comunicaciones para controlar un aparato de radiocomunicaciones (20), que es una estación base de célula pequeña (20a) configurada para servir a una célula pequeña (21a, 21b), estando el aparato de radiocomunicaciones (20) configurado para comunicarse con un aparato de control de comunicaciones (10) a través de un enlace de radio de retorno (22) y para comunicarse con uno o más terminales (30) por intermedio de un enlace de acceso (23), en donde el aparato de control de comunicaciones (10) está configurado para controlar, de manera cooperativa, la radiocomunicación en una macrocélula (11) servida por una estación base de macrocélula y una célula pequeña (21a, 21b) servida por un aparato de radiocomunicaciones (20) y en donde el enlace de radio de retorno (22) conecta la macro estación base y la estación base de célula pequeña, cuyo método comprende:

eliminar la autointerferencia debida a una fuga de una señal de transmisión desde una señal de recepción, cuando se realizan una recepción en el enlace de radio de retorno y una transmisión en el enlace de acceso, o una recepción en el enlace de acceso y una transmisión en el enlace de radio de retorno en un canal idéntico de manera simultánea en la unidad de radiocomunicaciones (210); y

5 cooperar con el aparato de control de comunicaciones (10) para permitir que la unidad de radiocomunicaciones utilice una relación de potencia entre la señal de recepción y la señal de transmisión, ajustándose la relación de potencia para permitir la eliminación de la autointerferencia sobre la base de información de potencia recibida desde el aparato de control de comunicaciones (10),

10 en donde dicho ajuste comprende:

hacer que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realizan la recepción en el enlace de radio de retorno y una transmisión en el enlace de acceso en un canal idéntico de manera simultánea en el aparato de radiocomunicaciones (20), y

15 hacer que la estación base de célula pequeña ajuste su potencia en el enlace de radio de retorno y/o hacer que los uno o más terminales ajusten su potencia de transmisión en el enlace de acceso cuando se realizan la recepción en el enlace de acceso y la transmisión en el enlace de radio de retorno en un canal idéntico de manera simultánea en el

20 aparato de radiocomunicaciones (20).

FIG.1

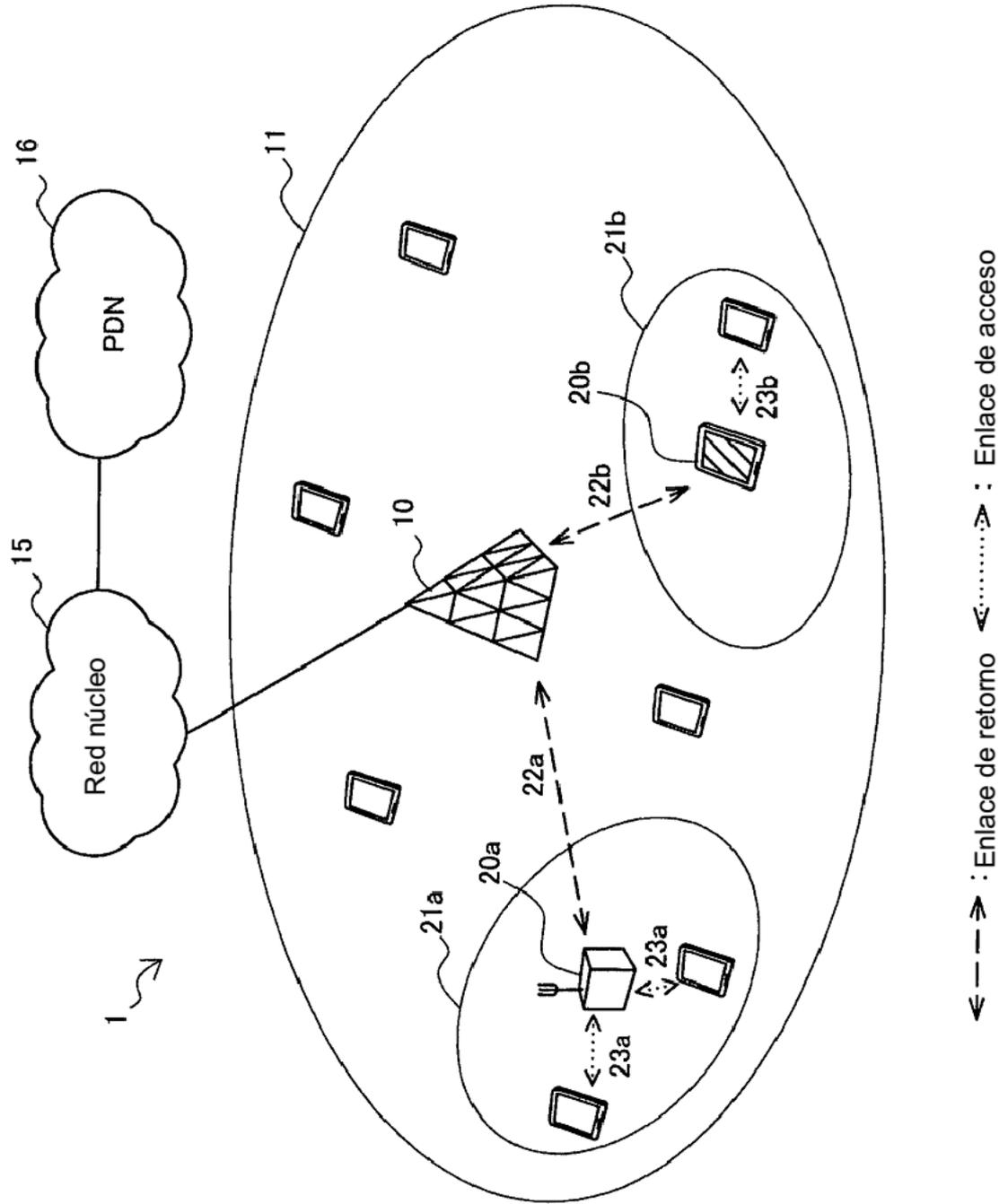
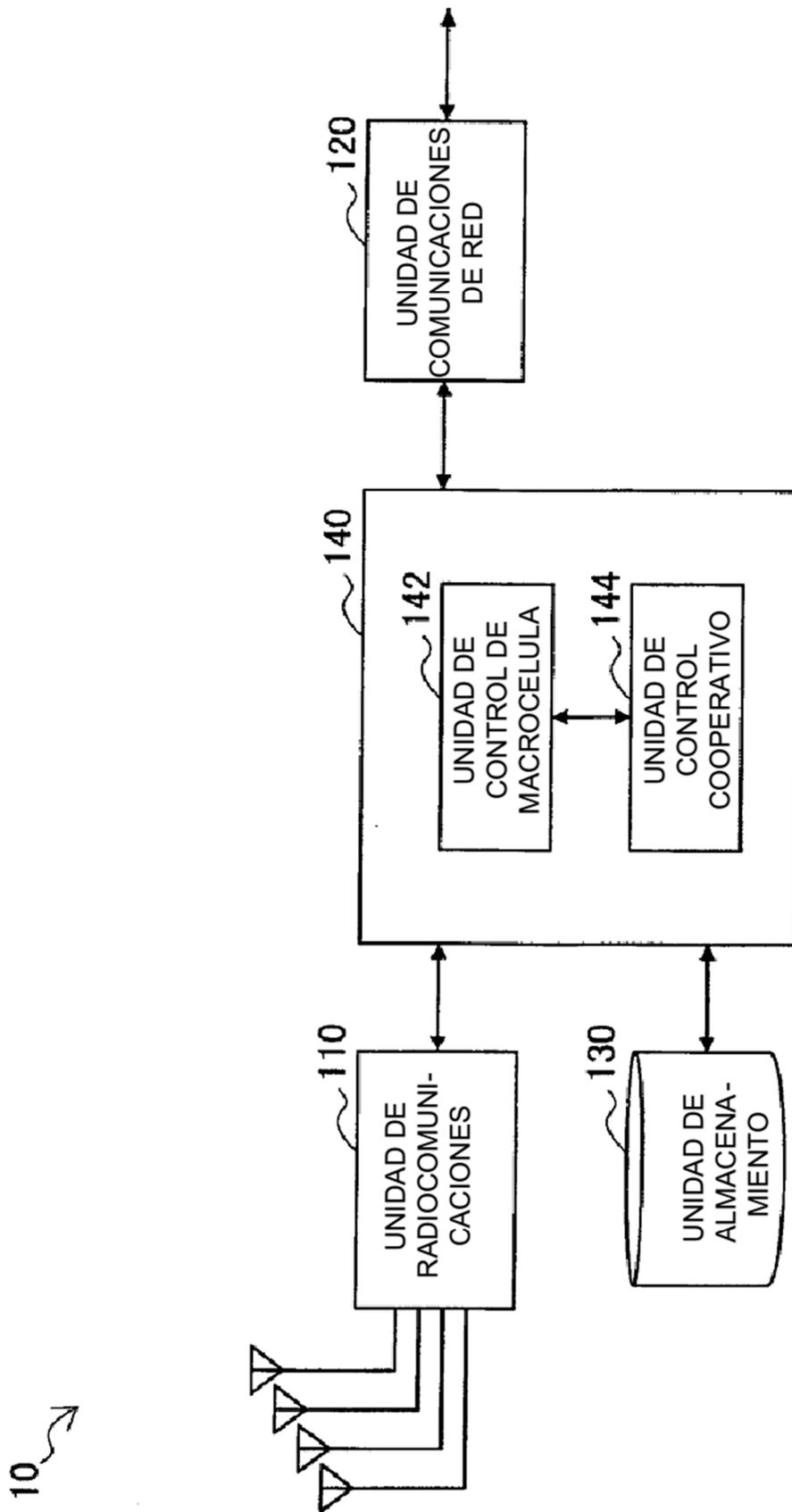




FIG.3



**FIG.4**

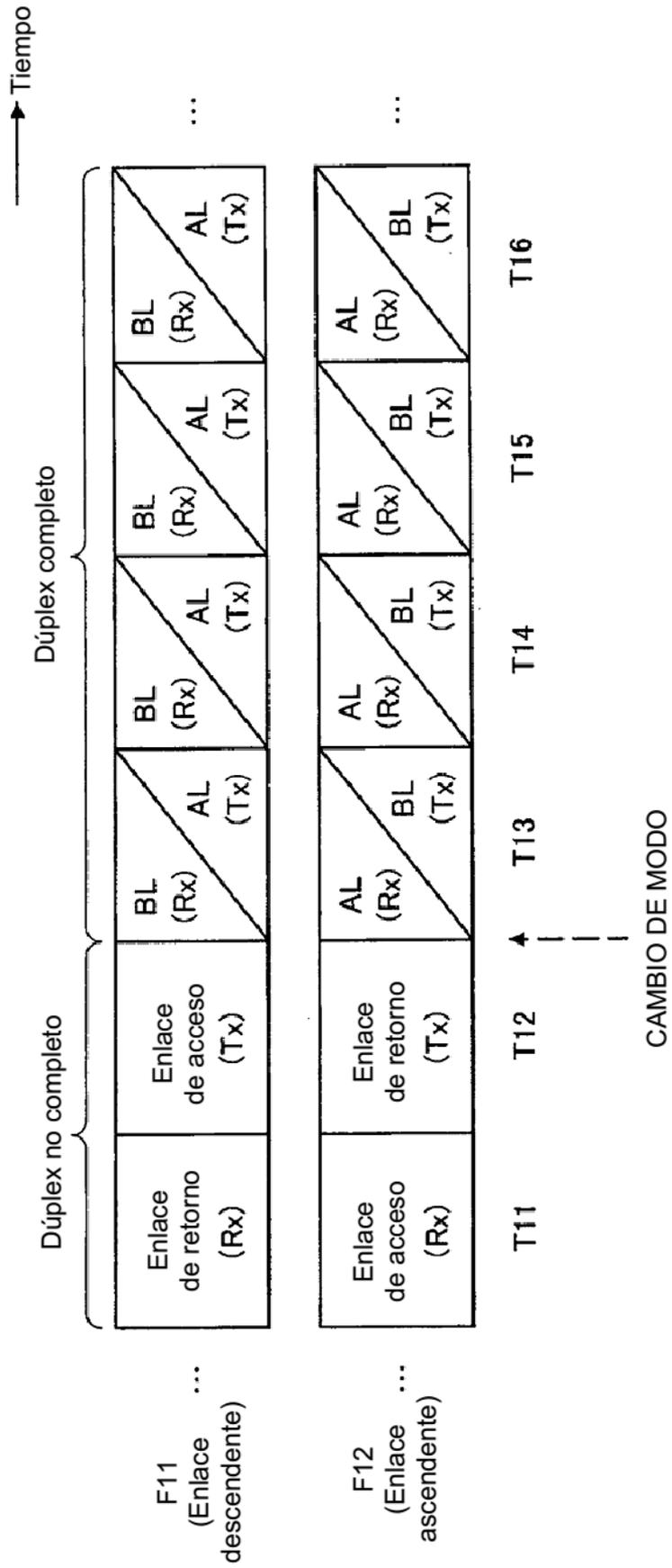
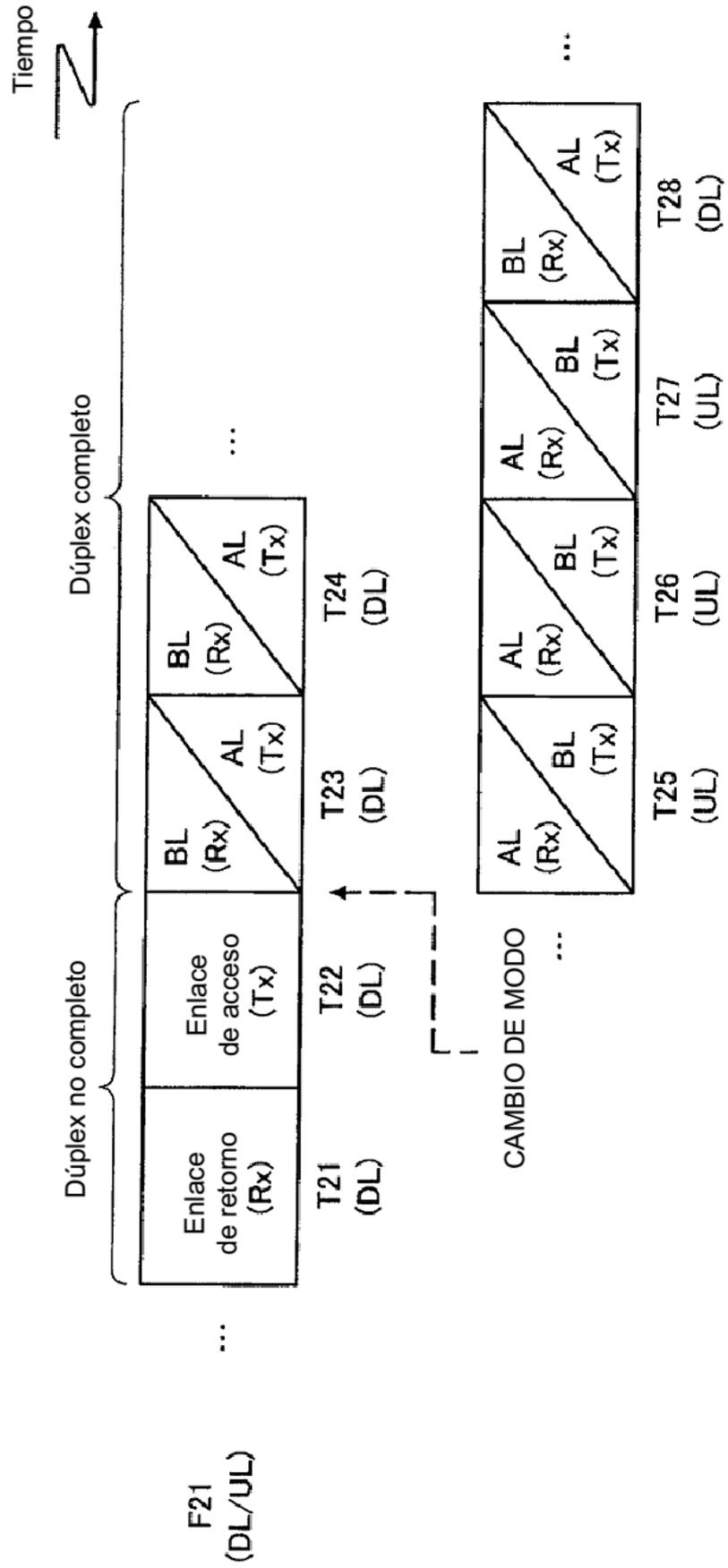


FIG.5



**FIG.6**

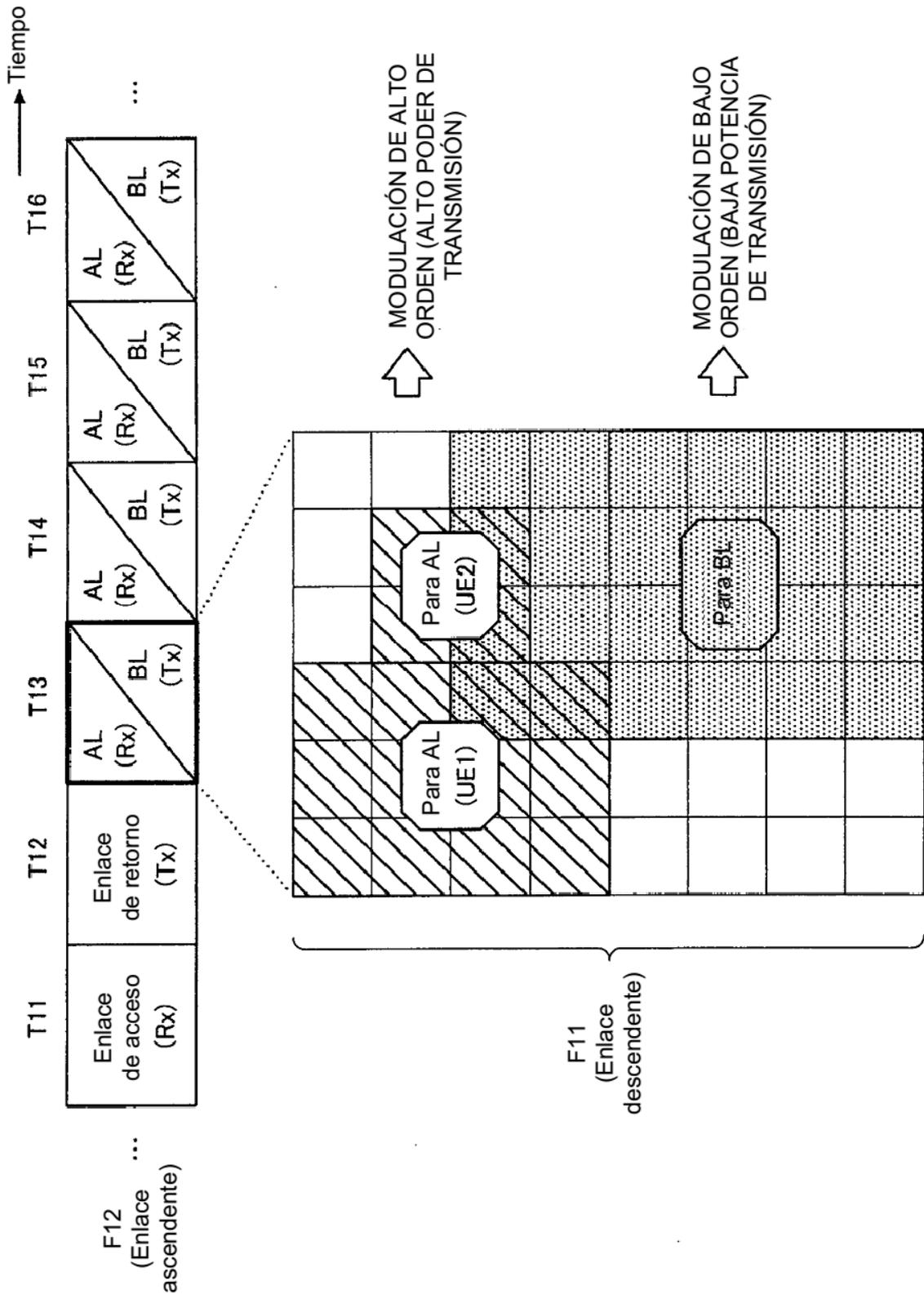


FIG.7

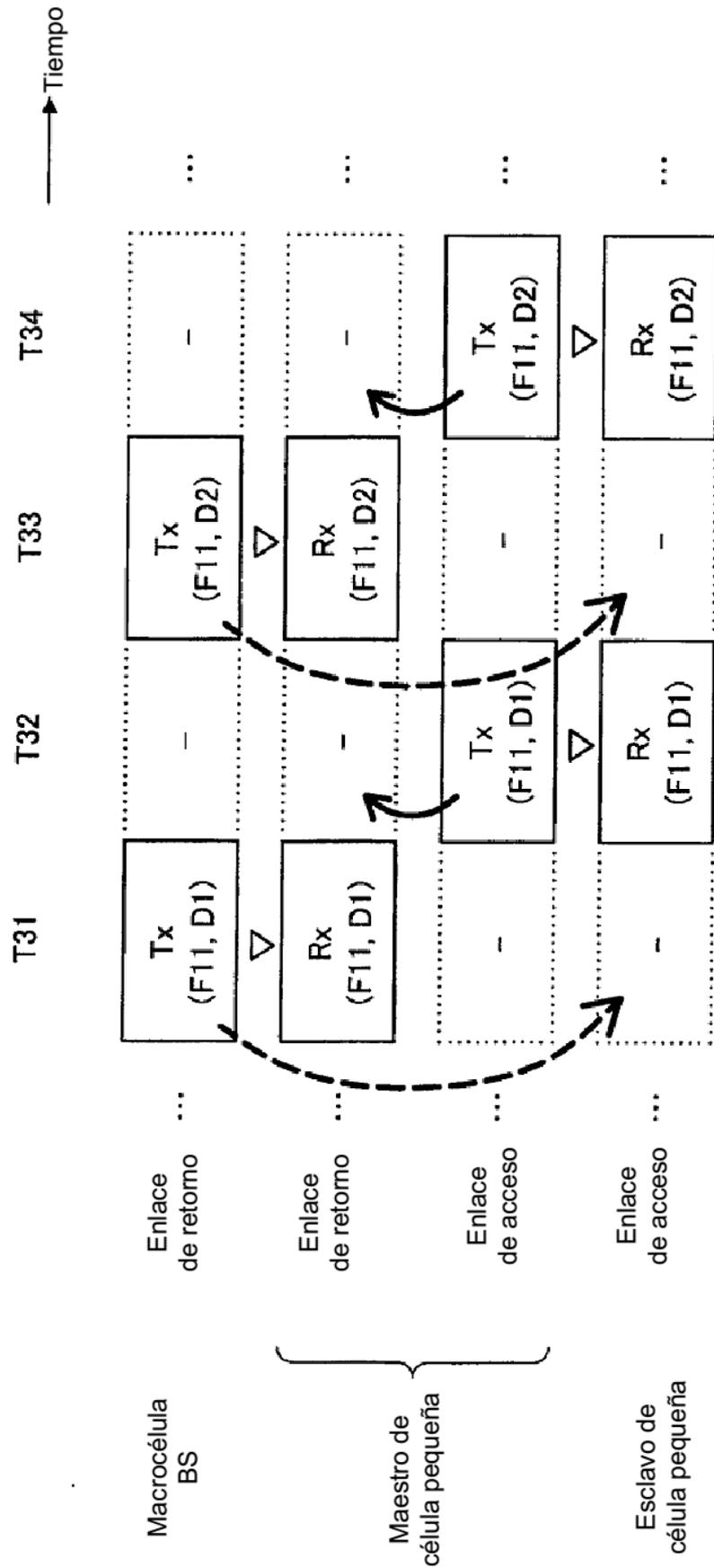


FIG.8

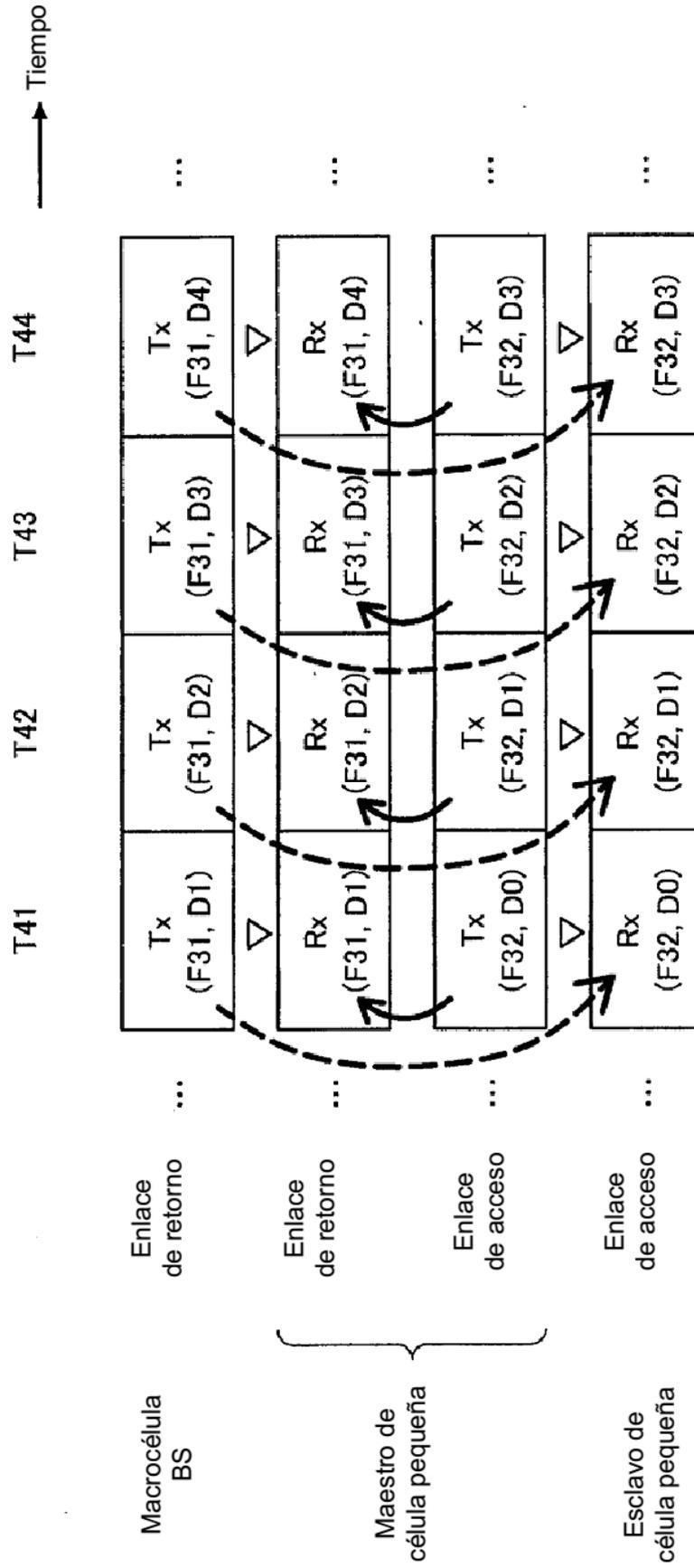




FIG.9B

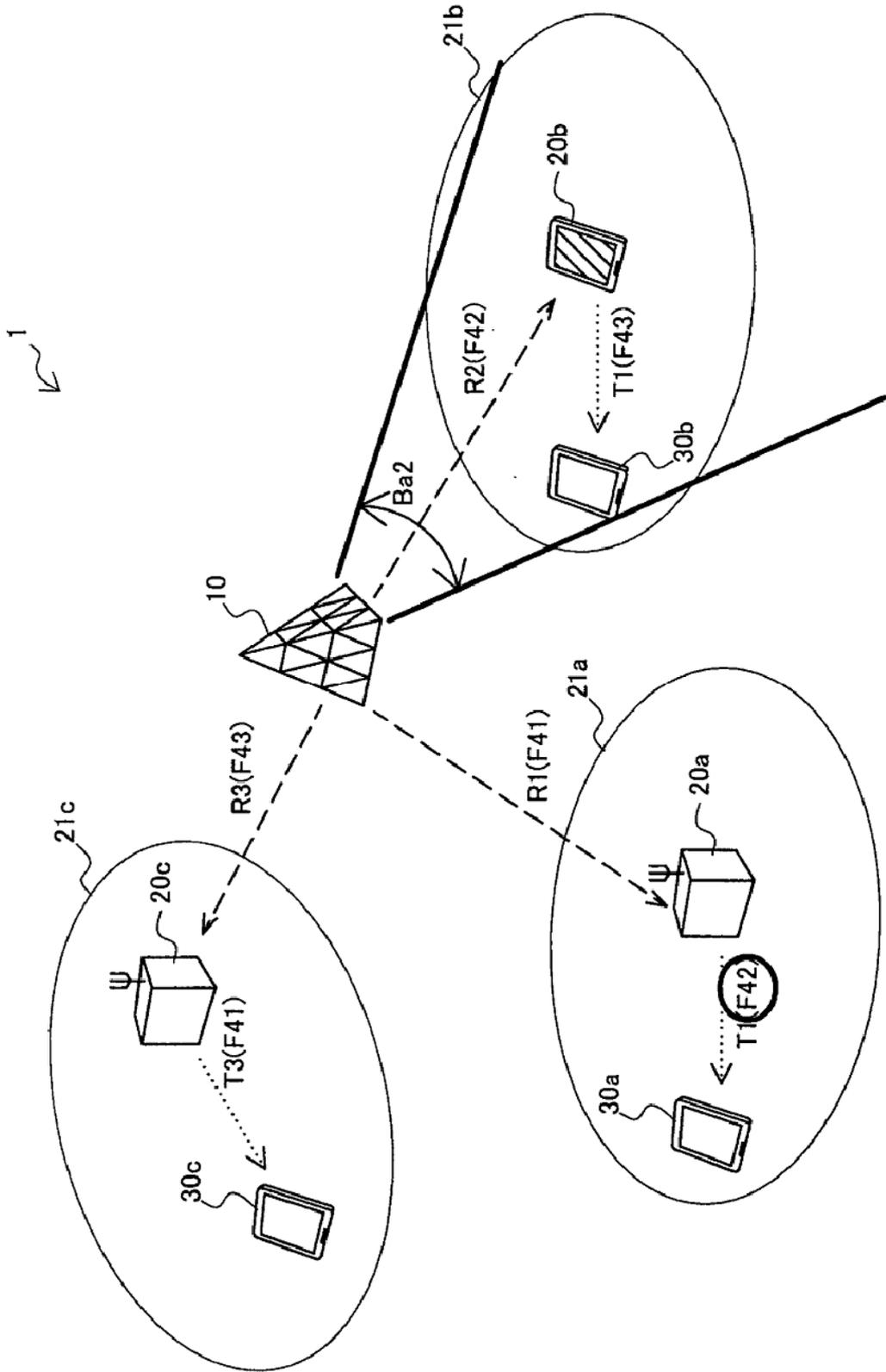


FIG.10

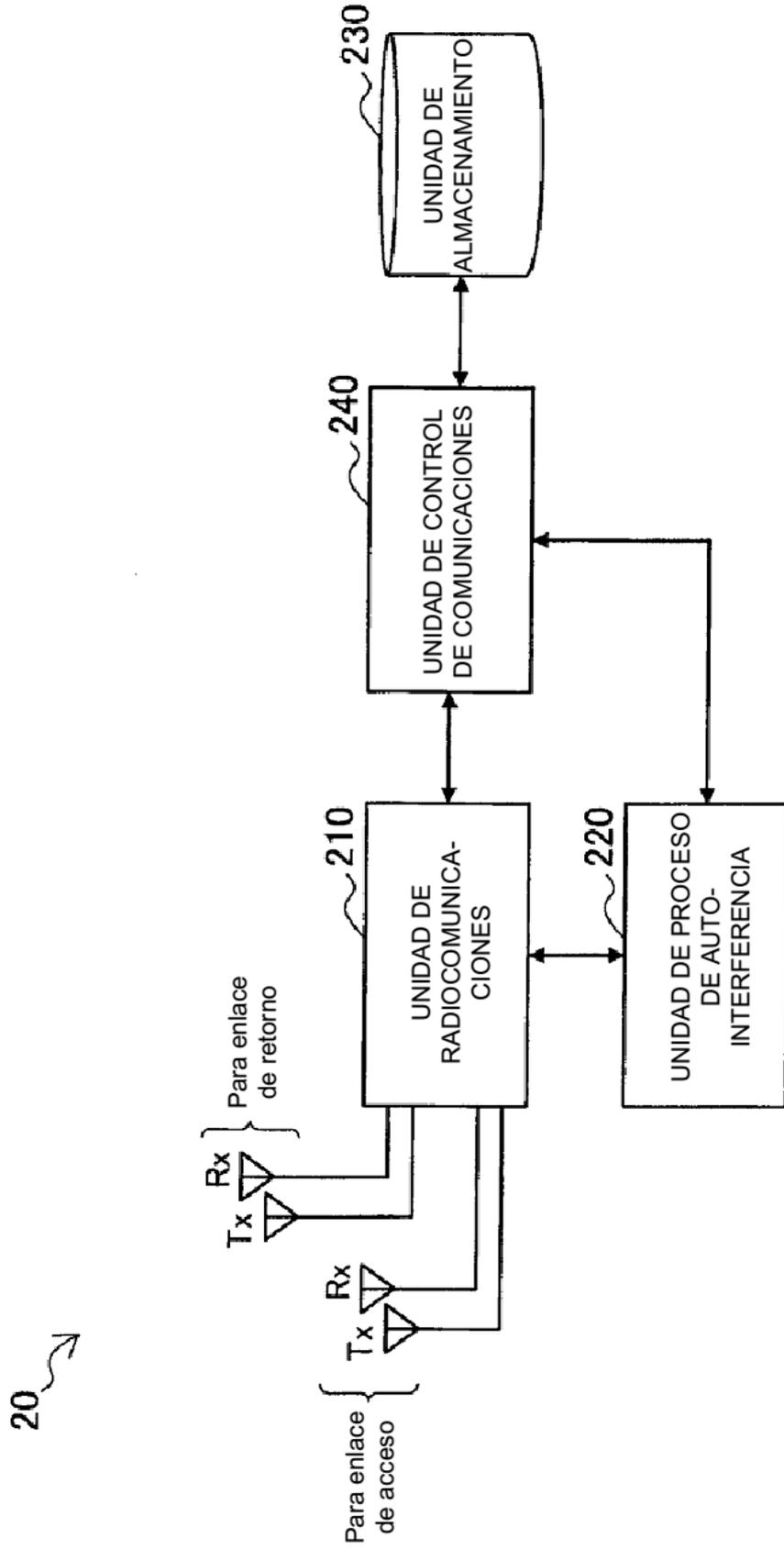
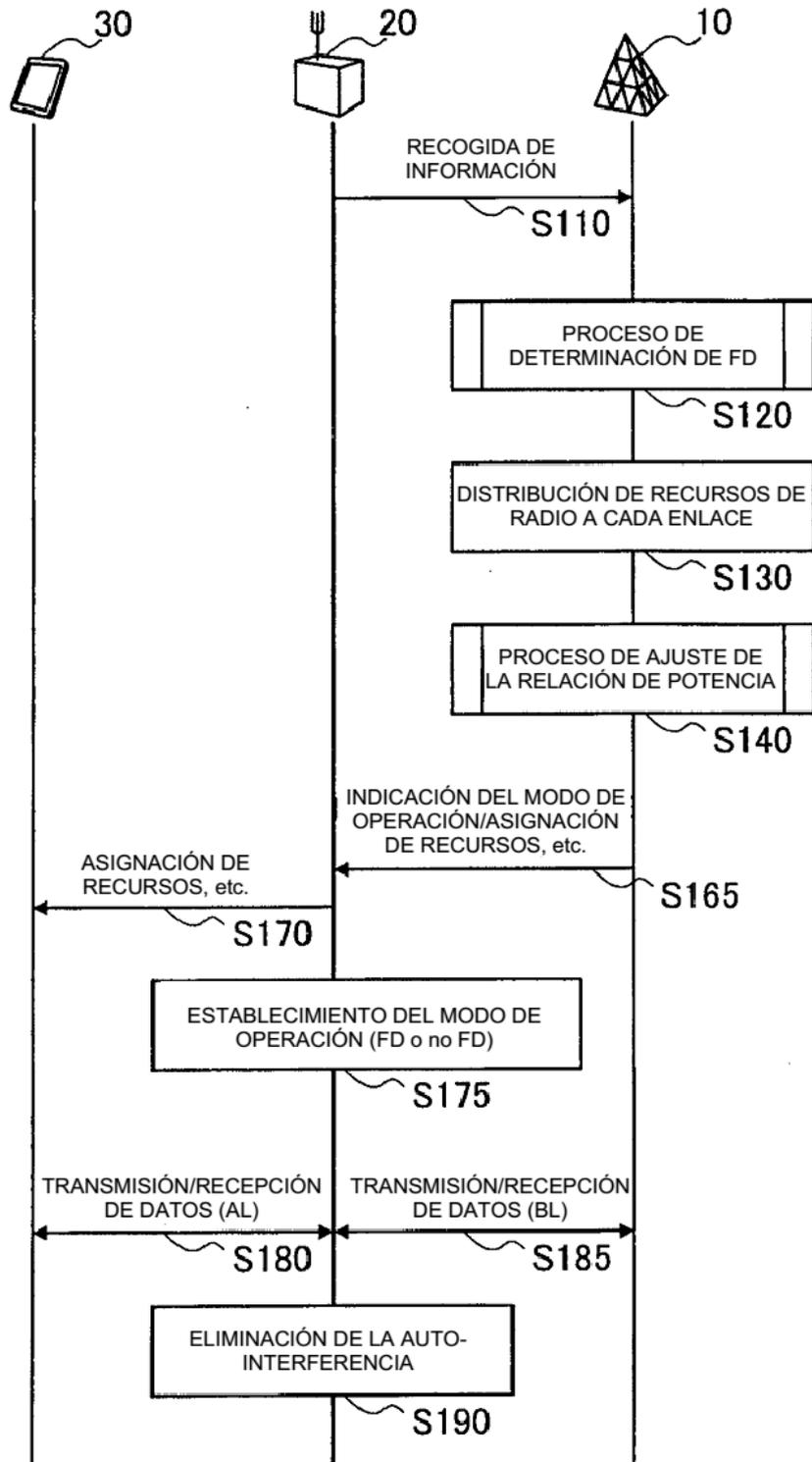


FIG.11



**FIG.12**

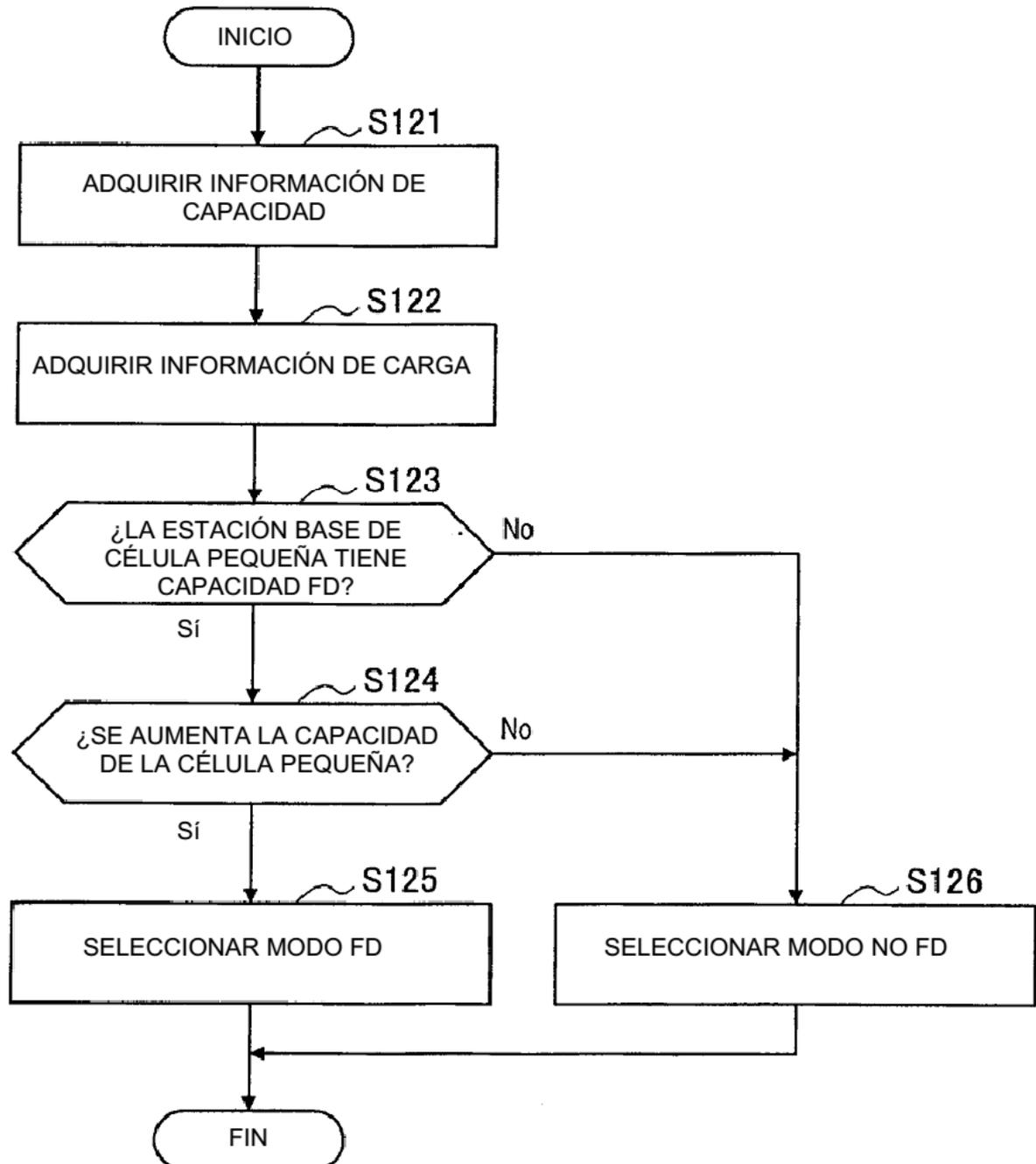


FIG.13

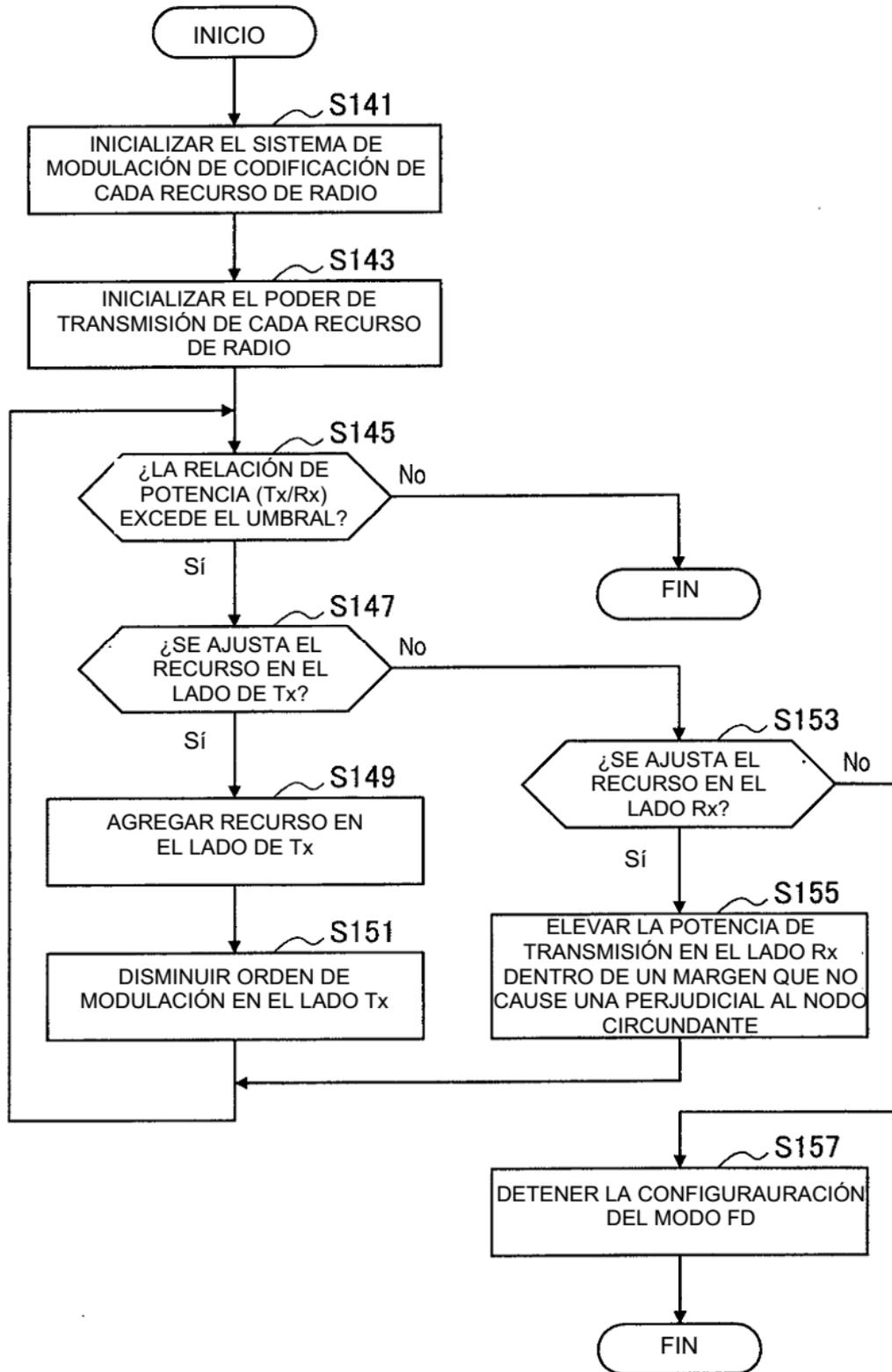


FIG.14

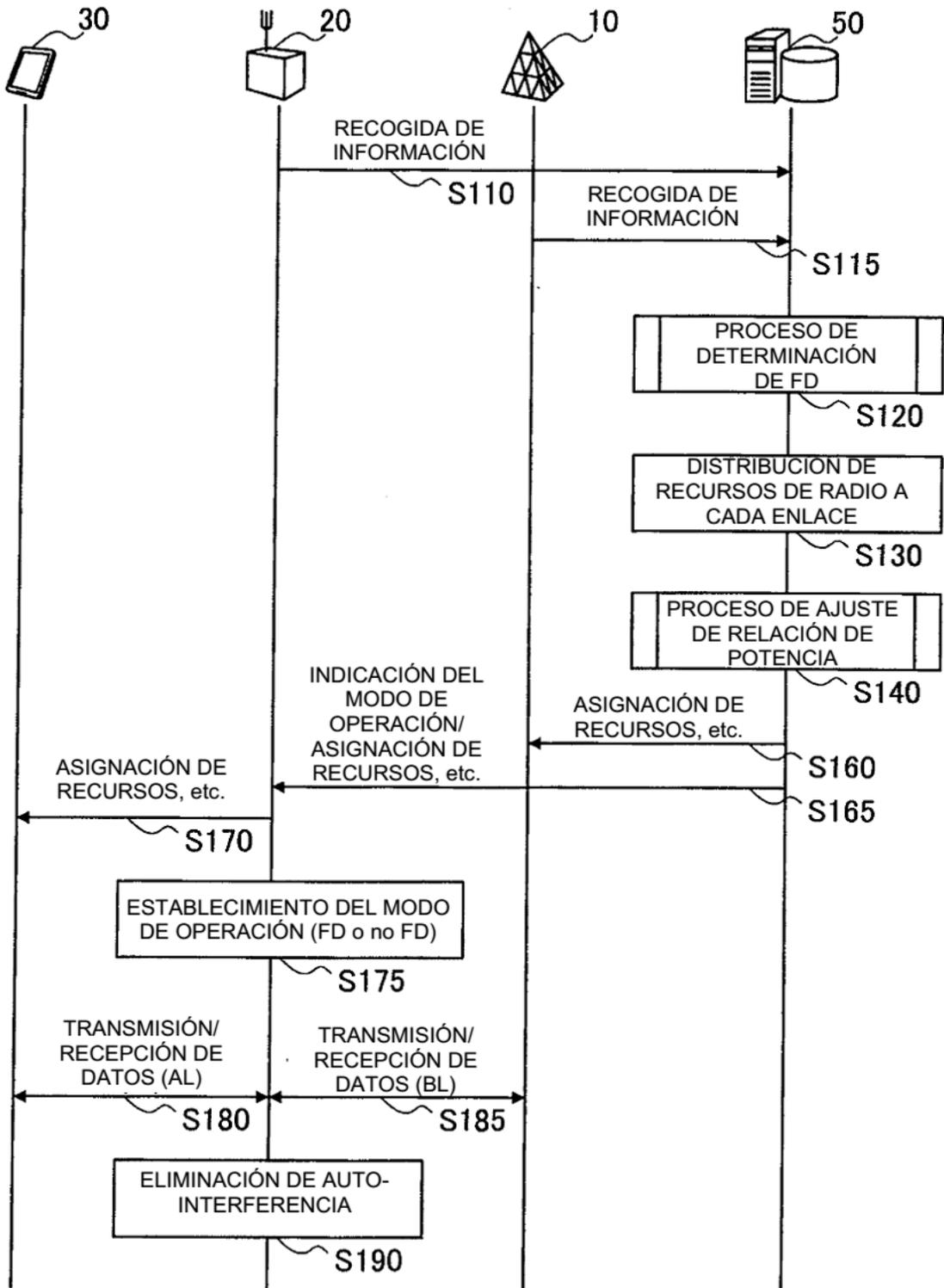


FIG.15

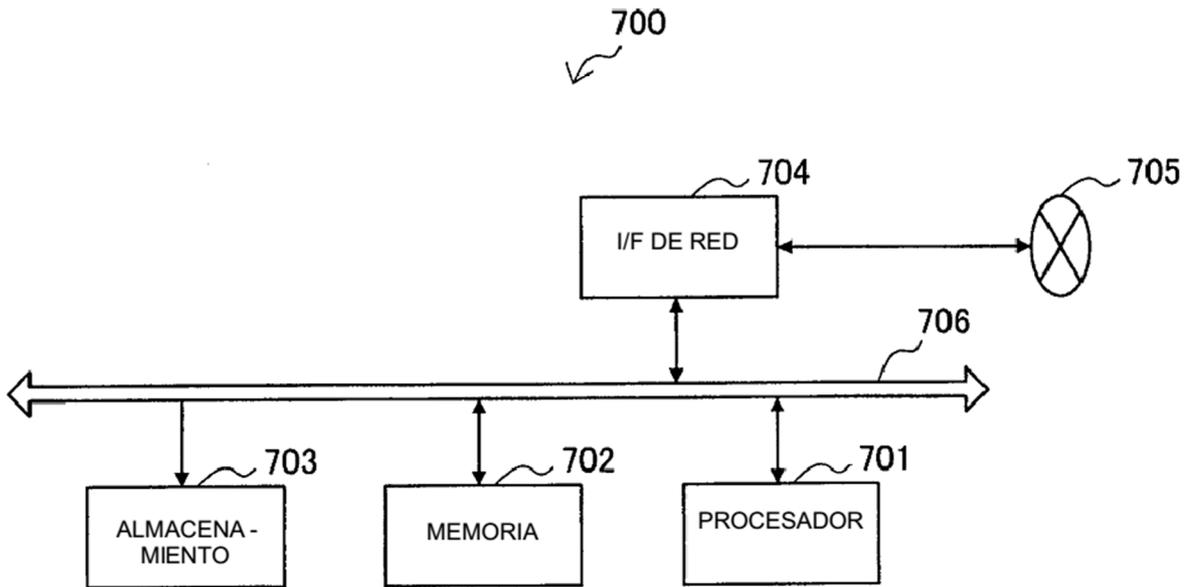


FIG.16

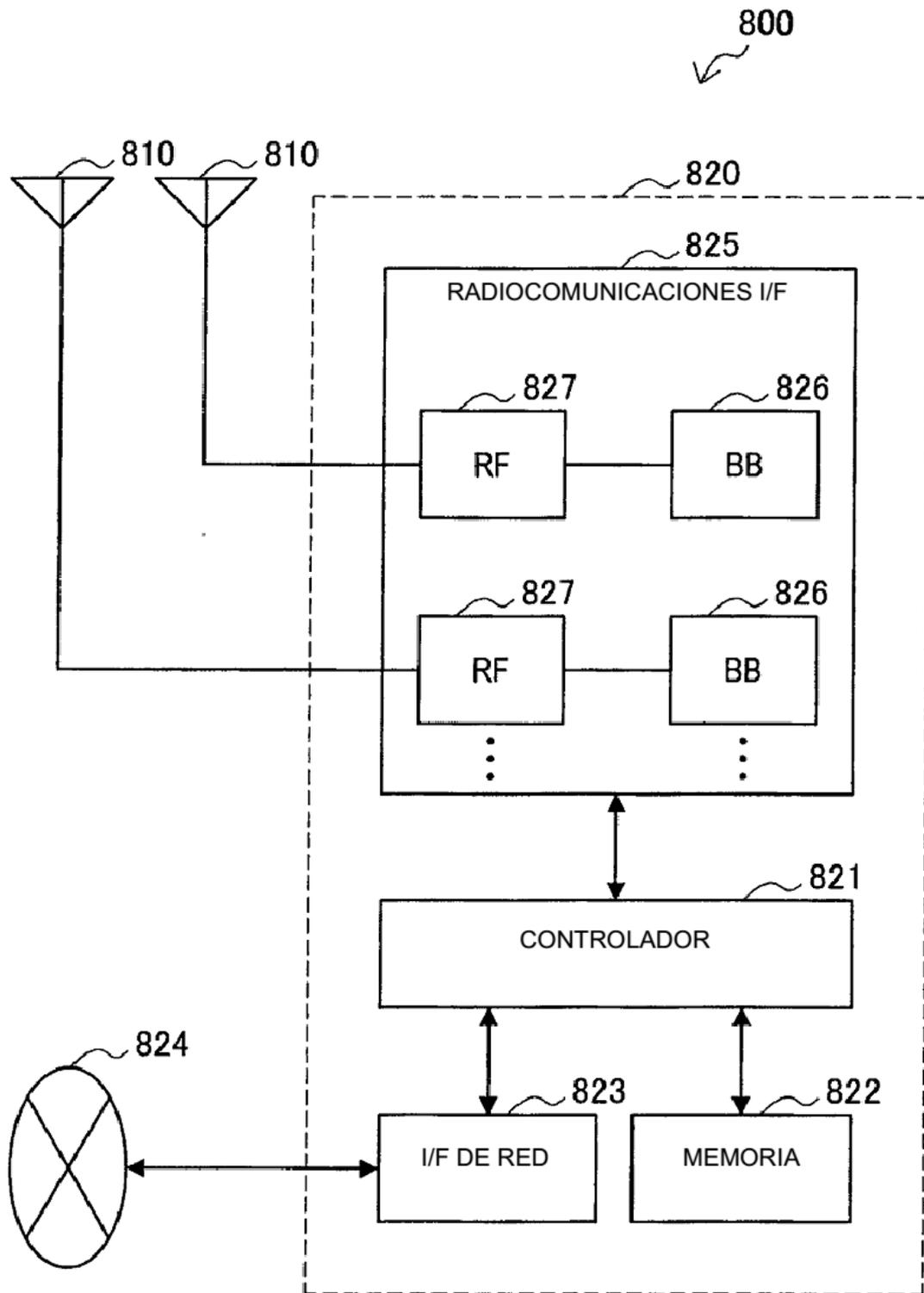


FIG.17

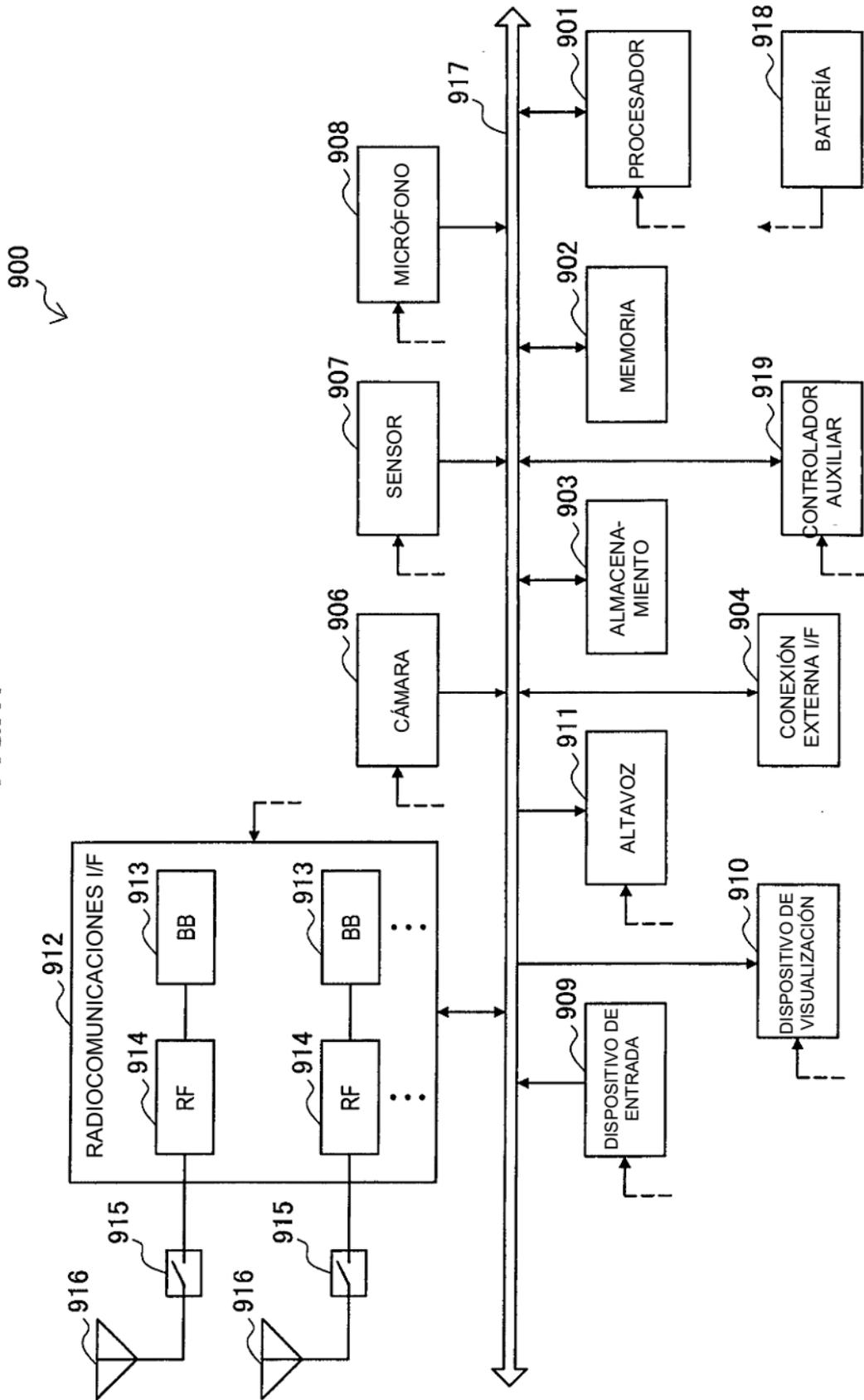


FIG.18

