

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 912**

51 Int. Cl.:

H04W 56/00 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.02.2013** **E 13752367 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015** **EP 2819466**

54 Título: **Sistema de comunicación inalámbrica con múltiples capas**

30 Prioridad:

20.02.2012 JP 2012034348

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

11.01.2016

73 Titular/es:

PANASONIC CORPORATION (100.0%)
1006 Oaza Kadoma
Kadoma-shi, Osaka 571-8501, JP

72 Inventor/es:

YAMAMOTO, MASAHIRO;
HORIIKE, YOSHIO y
TANAKA, TAKAO

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 555 912 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de comunicación inalámbrica con múltiples capas

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de comunicación de radio (inalámbrico) multi-capas que incluye terminales de radio que son un dispositivo maestro, un dispositivo repetidor y un dispositivo esclavo y el dispositivo repetidor incluido en el sistema de comunicación de radio. Particularmente, la presente se refiere a una configuración para permitir que se sincronicen entre sí los relojes de todos estos terminales de radio.

Antecedentes de la técnica

Existe un sistema de sistema de comunicación de radio que puede realizar comunicación de radio entre un cierto terminal de radio y otro terminal de radio mediante uno o una pluralidad de dispositivos repetidores. Por ejemplo, la Bibliografía de Patente 1 desvela un sistema de alarma de fuego que es una aplicación ejemplar del sistema de comunicación de radio. O, como otra aplicación ejemplar del sistema de comunicación de radio, existe un sistema de lectura de medidor que realiza automáticamente lectura de medidor de una cantidad de uso de gas en un hogar. En este sistema un dispositivo esclavo montado en un medidor de gas en cada hogar detecta un valor de flujo de gas y los datos detectados se envían a un dispositivo maestro mediante uno o una pluralidad de dispositivos repetidores. Los datos detectados se cargan de manera regular o a tiempos especificados desde el dispositivo esclavo al dispositivo maestro de manera voluntaria, o en respuesta a un comando desde el dispositivo maestro.

Es importante seleccionar una localización en la que se coloque el dispositivo repetidor de modo que el dispositivo repetidor pueda reenviar de manera adecuada comunicación entre el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo. Por esta razón, en ocasiones, no puede esperarse que el dispositivo repetidor realmente colocado sea suministrado directamente con potencia eléctrica desde un servicio de suministro eléctrico. Por lo tanto, en general, el dispositivo repetidor está accionado por batería. En el sistema anteriormente mencionado, hay muchos dispositivos repetidores colocados en un amplio alcance en comparación con el dispositivo maestro. Para mitigar la complejidad en trabajos de mantenimiento, se desea que la batería se cambie con una frecuencia reducida (en otras palabras, que se reduzca el consumo de potencia eléctrica).

El consumo de potencia eléctrica en los terminales de radio puede reducirse eficazmente realizando la comunicación únicamente a temporizaciones especificadas, y colocando los terminales de radio en un estado en reposo en un periodo distinto del de las temporizaciones especificadas, bajo un estado en el que los relojes de los terminales de radio incluidos en una ruta de comunicación desde el dispositivo maestro al dispositivo esclavo están sincronizados entre sí. Si el periodo de espera se establece durante mucho tiempo, entonces el consumo de potencia eléctrica en la batería puede reducirse significativamente, que puede realizar, por ejemplo, un dispositivo repetidor que no requiera un cambio de la batería durante aproximadamente 10 años. Además, se conoce una técnica en que para sincronizar los terminales de radio entre sí, se transmite y recibe una señal de baliza de manera regular entre los terminales de radio para alinear (sincronizar) sus relojes.

Lista de citas

45 Bibliografía de patente

Bibliografía de patente 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Nº 2009-288897

El documento EP 2 413 646 desvela un sistema de comunicación de radio con terminales maestros conectados mediante terminales de reenvío a terminales esclavos. Los relojes de los terminales están sincronizados entre sí transmitiendo señales de baliza en un patrón de temporización preestablecido. Para evitar periodos de espera de recepción de consumo de potencia, la información acerca del tiempo de retardo aleatorio usado para la transmisión de baliza se comparte mediante el terminal de recepción y de transmisión.

Sumario de la invención

Problema técnico

Para permitir al terminal de radio recibir la señal de baliza la señal de baliza, se requiere que el terminal de radio salga del estado en reposo y entre en un estado de espera de recepción en el que se suministra potencia eléctrica a un circuito de radio antes de la recepción de la señal de baliza. Por esta razón, si el estado de espera de recepción que pasa antes de que el terminal de radio realmente empiece a recibir la señal de baliza se hace largo, la potencia eléctrica se consumirá desperdiciándola.

La presente invención se ha realizado bajo las circunstancias anteriormente indicadas, y un objetivo de la presente

invención es proporcionar un sistema de comunicación de radio y un dispositivo repetidor que pueden reducir el consumo de potencia eléctrica en un terminal de radio en un lado de recepción, por ejemplo, en comunicación de una señal de baliza usada en alineación de reloj (sincronización), etc. Particularmente, un objetivo de la presente invención es proporcionar una configuración que pueda reducir consumo de potencia eléctrica en un sistema de comunicación de radio multi-capa en el que exista uno o una pluralidad de dispositivos repetidores entre un dispositivo maestro y un dispositivo esclavo.

Solución al problema

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema de comunicación de radio multi-capa en el que un dispositivo maestro más superior y un dispositivo esclavo más inferior están conectados de manera comunicativa entre sí mediante uno o una pluralidad de dispositivos repetidores, en el que un dispositivo superior, un dispositivo intermedio y un dispositivo inferior que incluye el dispositivo maestro más superior, el uno o la pluralidad de dispositivos repetidores, y el dispositivo esclavo más inferior, están situados en diferentes capas sucesivas, en el que el dispositivo intermedio está configurado para: establecer un punto fijo en una señal de baliza transmitida desde el dispositivo superior, calcular tiempo predicho (TPg) que se devuelve desde el punto fijo y hasta un punto de tiempo en el que el dispositivo repetidor empieza a preparar la recepción de la señal de baliza, basándose en el tiempo (TPa) requerido para preparar la recepción de la señal de baliza, tiempo (TPb) requerido para recibir datos desde una cabecera de la señal de baliza al punto fijo, y tiempo de error (TPy) generado en un reloj interno del dispositivo repetidor debido a al menos una temperatura ambiente, empezar a preparar la recepción de la señal de baliza en el tiempo (t1) que es el tiempo predicho de vuelta desde el tiempo de recepción predicho (t2) del punto fijo, y obtener el tiempo de medición real (TPm) que es desde el tiempo en que el dispositivo intermedio empieza a preparar la recepción hasta el tiempo de recepción real (t3) del punto fijo, compensar el reloj interno del dispositivo intermedio basándose en un historial de un error (ΔTP) que es una diferencia entre el tiempo predicho y el tiempo de medición real, y transmitir la señal de baliza al dispositivo inferior después de que el dispositivo intermedio ha compensado el reloj interno; y en el que el dispositivo inferior está configurado para compensar su reloj interno basándose en la señal de baliza transmitida desde el dispositivo intermedio después de que el dispositivo intermedio ha compensado el reloj interno.

De acuerdo con una configuración de este tipo, se hace posible reducir el tiempo del estado de espera de recepción del dispositivo repetidor al tiempo más corto posible, y por lo tanto se reduce el consumo de potencia eléctrica requerida para la recepción de la señal de baliza. Además, se hace más fácil sincronizar los dispositivos en el sistema de comunicación de radio multi-capa entre sí.

En el sistema de comunicación de radio multi-capa de la presente invención, un eje de tiempo de cada uno del dispositivo superior, del dispositivo intermedio, y del dispositivo inferior puede dividirse en intervalos que tienen una longitud de tiempo fija predeterminada (T); el dispositivo superior puede configurarse para transmitir la señal de baliza en una cabecera de cada uno de los intervalos; el dispositivo intermedio puede configurarse para transmitir al dispositivo inferior la señal de baliza que contiene información relacionada con una longitud de tiempo arbitraria (τ_1) cuando la longitud de tiempo fija y la longitud de tiempo arbitraria (τ_1) pasan, después de que el dispositivo intermedio recibe la señal de baliza desde el dispositivo superior, estableciéndose la longitud de tiempo arbitraria (τ_1) más corta que la longitud de tiempo fija; y el dispositivo inferior en una capa especificada puede configurarse para transmitir a otro dispositivo inferior que está en una capa inferior a la capa especificada, conteniendo la señal de baliza información en relación con una longitud de tiempo arbitraria (τ_2) cuando la longitud de tiempo fija y la longitud de tiempo arbitraria (τ_2) pasan desde el tiempo que es la longitud de tiempo arbitraria (τ_1) del dispositivo repetidor de vuelta desde el tiempo en el que el dispositivo inferior recibe la señal de baliza desde el dispositivo intermedio después de que el dispositivo inferior recibe la señal de baliza desde el dispositivo intermedio, estableciéndose la longitud de tiempo arbitraria (τ_2) más corta que la longitud de tiempo fija.

De acuerdo con una configuración de este tipo, puesto que se hace posible dispersar en un periodo de tiempo especificado las temporizaciones de transmisión de las señales de baliza de los dispositivos, los dispositivos pueden sincronizarse entre sí antes mientras se evita una colisión de las señales de baliza.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con un sistema de comunicación de radio multi-capa de la presente invención, se hace posible reducir más eficazmente el consumo de potencia eléctrica en un terminal de recepción.

Breve descripción de los dibujos

- [Fig. 1] La Figura 1 es una vista esquemática que muestra la configuración global de un sistema de comunicación de radio multi-capa de acuerdo con una realización de la presente invención.
- [Fig. 2] La Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra la configuración funcional de cada uno de los terminales de la Figura 1.
- [Fig. 3] La Figura 3 es una vista que muestra de manera ejemplar la comunicación de interrogación realizada en

el sistema de comunicación de radio y la configuración de una señal de baliza.

[Fig. 4] La Figura 4 es un gráfico de temporización para explicar la configuración en un caso donde un dispositivo repetidor (dispositivo inferior) realiza compensación para sincronizarse con un dispositivo maestro (dispositivo superior).

5 [Fig. 5] La Figura 5 es un gráfico de temporización para explicar la configuración en un caso donde el dispositivo repetidor (dispositivo inferior) realiza compensación para sincronizarse con el dispositivo maestro (dispositivo superior).

10 [Fig. 6] La Figura 6 es un gráfico de temporización para explicar la configuración en un caso donde el dispositivo repetidor (dispositivo inferior) realiza compensación para sincronizarse con el dispositivo maestro (dispositivo superior).

[Fig. 7] La Figura 7 es una vista que muestra la configuración de una súper-trama de una portadora de comunicación (canal) de cada terminal incluido en el sistema de comunicación de radio.

[Fig. 8] La Figura 8 es un gráfico de temporización que muestra el ajuste de temporizaciones de transmisión de la señal de baliza para evitar una colisión.

15

Descripción de las realizaciones

En lo sucesivo, se describirá una realización preferida de la presente invención con referencia a los dibujos.

20 (Configuración del sistema de comunicación de radio)

La Figura 1 es una vista esquemática que muestra la configuración global de un sistema de comunicación de radio multi-capa de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la Figura 1, un sistema de comunicación de radio 100 incluye un dispositivo maestro 10, dispositivos repetidores 20 y dispositivos esclavos 30 que son terminales de radio, y construyen rutas de comunicación en las que el dispositivo maestro 10 es un dispositivo más superior y los dispositivos esclavos 30 son dispositivos más inferiores. Los dispositivos de retardo 20 de un número adecuado se colocan entre el dispositivo maestro 10 y los dispositivos esclavos 30, por ejemplo, en un caso donde una distancia entre el dispositivo maestro 10 y los dispositivos esclavos 30 sea larga, o no pueda construirse un entorno de comunicación favorable entre el dispositivo maestro 10 y los dispositivos esclavos 30 debido a un obstáculo o similar existente entre el dispositivo maestro 10 y los dispositivos esclavos 30. En el sistema de comunicación de radio 100, los terminales en las rutas de comunicación desde el dispositivo maestro 10 a los dispositivos esclavos 30 realizan sincronización recibiendo la señal de baliza desde sus terminales superiores (los detalles se describirán más adelante).

35 En el ejemplo de la Figura 1, existe una ruta de comunicación que tiene cuatro capas como máximo. En el ejemplo de la Figura 1, el dispositivo maestro 10 está situado en una primera capa, el dispositivo repetidor 20 y los dispositivos esclavos 30 que comunican directamente con el dispositivo maestro 10 están situados en una segunda capa, el dispositivo repetidor 20 y los dispositivos esclavos 30 que comunican directamente con el dispositivo repetidor 20 en la segunda capa están situados en una tercera capa, y el dispositivo repetidor 20 y los dispositivos esclavos 30 que comunican directamente con el dispositivo repetidor 20 en la tercera capa están situados en una cuarta capa. El dispositivo maestro 10 es el "dispositivo superior" (dispositivo más superior), mientras que los dispositivos esclavos 30 son dispositivos inferiores (dispositivos más inferiores). El dispositivo repetidor 20 situado en la segunda capa está presente entre el dispositivo maestro 10 en la primera capa y el dispositivo repetidor 20 o los dispositivos esclavos 30 en la tercera capa, y por lo tanto no es únicamente un "dispositivo intermedio" sino también un "dispositivo inferior" desde la perspectiva del dispositivo maestro 10 en la primera capa y un "dispositivo superior" desde la perspectiva del dispositivo repetidor 20 o de los dispositivos esclavos 30 en la tercera capa. De la misma manera, el dispositivo repetidor 20 situado en la tercera capa no es únicamente un "dispositivo intermedio" sino también un "dispositivo inferior" o un "dispositivo superior" superior desde otra perspectiva.

50 La Figura 2 es un diagrama de bloques que muestra la configuración funcional de cada uno de los terminales de la Figura 1. Como se muestra en la Figura 2, el dispositivo maestro 10 incluye al menos una antena 11, una sección de transmisión/recepción 12, una sección de control 13, una sección de transmisión/recepción de baliza 14, y una sección de medición de tiempo 15. La configuración de la antena 11 no está particularmente limitada siempre que se pueda transmitir y recibir una onda eléctrica (onda de radio) en una banda especificada, y puede usarse una antena conocida. La sección de transmisión/recepción 12 transmite la onda eléctrica en el aire mediante la antena 11 y recibe la onda eléctrica transmitida en el aire mediante la antena 11. Para este fin, la sección de transmisión/recepción 12 está configurada como un circuito de transmisión/recepción de radio (por ejemplo, circuito de RF) que modula datos para transmitirse en una señal de radio en una banda especificada, o demodula la señal de radio recibida.

60 La sección de control 13 está constituida por una MPU (unidad de micro-procesamiento), etc., y controla las operaciones del dispositivo maestro 10. La sección de transmisión/recepción de baliza 14 transmite la señal de baliza a otro terminal de radio (dispositivo repetidor 20 o dispositivo esclavo 30), o recibe la señal de baliza transmitida desde otro terminal de radio, en respuesta a un comando emitido mediante la sección de control 13. La sección de medición de tiempo 15 incluye un temporizador interno que tiene un oscilador de cuarzo o similar, y que puede medir el tiempo actual o tiempo que pasa desde un punto de tiempo a otro punto de tiempo. La sección de

65

medición de tiempo 15 emite el tiempo actual o tiempo medido a la sección de control 31 en respuesta a un comando emitido mediante la sección de control 13.

5 El dispositivo repetidor 20 incluye al menos una antena 21, una sección de transmisión/recepción 22, una sección de control 23, una sección de transmisión/recepción de baliza 24, una sección de medición de tiempo 25, una sección de análisis 26 y una sección de compensación de sincronización 27. La antena 21, la sección de transmisión/recepción 22, la sección de control 23, la sección de transmisión/recepción de baliza 24, y la sección de medición de tiempo 25 tienen funciones y configuraciones similares a la antena 11, la sección de transmisión/recepción 12, la sección de control 13, la sección de transmisión/recepción de baliza 14, y la sección de medición de tiempo 15 del dispositivo maestro 10. La sección de análisis 26 del dispositivo repetidor 20 calcula información necesaria para compensar una diferencia entre el reloj interno de ese dispositivo repetidor 20 y el reloj interno del dispositivo superior (el dispositivo maestro 10 o el dispositivo repetidor superior 20), basándose en la señal de baliza recibida desde el dispositivo superior. La sección de compensación de sincronización 27 compensa el eje de tiempo del reloj interno del dispositivo repetidor 20 según sea necesario basándose en la información calculada mediante la sección de análisis 26.

20 El dispositivo esclavo 30 incluye al menos una antena 31, una sección de transmisión/recepción 32, una sección de control 33, una sección de transmisión/recepción de baliza 34, una sección de medición de tiempo 35, una sección de análisis 36 y una sección de compensación de sincronización 37. Las funciones y configuraciones de la antena 31, la sección de transmisión/recepción 32, la sección de control 33, la sección de transmisión/recepción de baliza 34, la sección de medición de tiempo 35, la sección de análisis 36 y la sección de compensación de sincronización 37 son similares a aquellas de la antena 21, la sección de transmisión/recepción 22, la sección de control 23, la sección de transmisión/recepción de baliza 24, la sección de medición de tiempo 25, la sección de análisis 26 y la sección de compensación de sincronización 27 del dispositivo repetidor 20, y no se describirán en el presente documento de manera repetitiva.

30 La Figura 3 muestra comunicación de interrogación como la comunicación ejemplar realizada en el sistema de comunicación de radio 100, y la configuración ejemplar de la señal de baliza transmitida y recibida en el sistema de comunicación de radio 100. En la comunicación de interrogación de la Figura 3, en primer lugar, una señal de petición (señal de interrogación) se transmite desde el dispositivo maestro 10 al dispositivo esclavo 30. Específicamente, el dispositivo maestro 10 transmite una primera señal de baliza dirigida al dispositivo inferior, y posteriormente transmite la señal de petición después de un paso de tiempo especificado. El dispositivo repetidor 20 (dispositivo repetidor 20-1) que comunica directamente con el dispositivo maestro 10 recibe secuencialmente la primera señal de baliza y la señal de petición. En un periodo desde cuando el dispositivo repetidor 20-1 recibe la primera señal de baliza hasta que recibe la señal de petición, compensa su eje de tiempo basándose en la primera señal de baliza para sincronizar su eje de tiempo con el eje de tiempo del dispositivo maestro 10. A continuación, en una temporización después de que el dispositivo repetidor 20-1 recibe la señal de petición, el dispositivo repetidor 20-1 transmite la primera señal de baliza al dispositivo repetidor inferior 20 (dispositivo repetidor 20-2) y posteriormente transmite (reenvía) la señal de petición después de un paso de tiempo especificado.

40 Cada uno de los dispositivos repetidores 20 que son los dispositivos inferiores del dispositivo repetidor 20-2 compensa su eje de tiempo para sincronizar su eje de tiempo con el eje de tiempo del dispositivo superior tras la recepción de la primera señal de baliza desde el dispositivo superior, y a continuación reciben la señal de petición. A continuación, el dispositivo repetidor 20 transmite la primera señal de baliza al dispositivo inferior, y posteriormente transmite (reenvía) la señal de petición después de un paso de tiempo especificado. Esto puede establecer la sincronización entre todos los terminales de radio en la ruta de comunicación desde el dispositivo maestro 10 al dispositivo esclavo 30.

50 Cuando el dispositivo esclavo 30 completa la recepción de la señal de petición, envía una señal de respuesta al dispositivo maestro 10. Específicamente, el dispositivo esclavo 30 transmite una segunda señal de baliza dirigida al dispositivo superior y transmite la señal de respuesta. Posteriormente, al recibir la segunda señal de baliza y la señal de respuesta, el dispositivo repetidor 20 transmite la segunda señal de baliza y la señal de respuesta al dispositivo superior de la misma manera. A continuación, cuando la señal de respuesta alcanza el dispositivo maestro 10, se consigue la señal de interrogación.

55 En la comunicación de interrogación anterior, al usar la primera señal de baliza dirigida al dispositivo inferior, el terminal compensa su eje de tiempo para sincronización, basándose en la primera señal de baliza recibida. Ahora, se describirá la configuración de la primera señal de baliza en resumen. Como se muestra en la Figura 3, la primera señal de baliza incluye un encabezamiento de sincronización (SHR) compuesto de un preámbulo (Pa) situado en una cabecera y un delimitador de trama de inicio (SFD) situado posteriormente al preámbulo. La primera señal de baliza incluye un encabezamiento de capa física (PHR) posterior al encabezamiento de sincronización y una cabida útil (cabida útil PHY) que son datos de base de la señal de baliza y posteriores al encabezamiento de capa física.

(Compensación para sincronización)

65 A continuación, se describirá cómo el dispositivo inferior realiza compensación para sincronizarse con el dispositivo

superior en el sistema de comunicación de radio 100 con referencia a las Figuras 4 a 6. Las Figuras 4 a 6 muestran un caso donde el dispositivo repetidor 20 (dispositivo inferior) realiza compensación para sincronizarse con el dispositivo maestro 10 (dispositivo superior). También, la Figura 4 muestra un caso donde el dispositivo repetidor 20 está sincronizado con el dispositivo maestro 10 para la primera vez después de que se activa el dispositivo repetidor 20. La Figura 5 muestra la compensación para retardar (retrasar) el eje de tiempo como la compensación realizada para la sincronización en una temporización que es posterior a la temporización de la compensación para sincronización de la Figura 4. La Figura 6 muestra la compensación para avanzar el eje de tiempo como la compensación realizada para sincronización en una temporización que es posterior a la temporización de la compensación para sincronización de la Figura 5. Posteriormente, se describirá la compensación secuencialmente con referencia a las Figuras 4 a 6.

(1) Primera compensación para sincronización

En primer lugar, se describirá la compensación para la sincronización de la Figura 4. En un estado en que la sincronización no se ha establecido aún (ni siquiera una vez) entre el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20, cada uno del dispositivo maestro 10 y del dispositivo repetidor 20 mide el tiempo a lo largo de su eje de tiempo. Obsérvese que en cada uno de los terminales de radio, la alineación de reloj (sincronización) ya se ha realizado, por ejemplo, recibiendo una onda eléctrica convencional, cuando se instalan. Por lo tanto, no hay diferencia sustancial en el eje de tiempo único a cada terminal de radio, y el eje de tiempo puede contener una diferencia de un error atribuido a precisión absoluta del reloj interno del terminal de radio. En lo sucesivo, el tiempo de error máximo atribuido a la precisión absoluta del reloj interno del dispositivo repetidor 20 se denominará como "tiempo de error absoluto TPx".

El dispositivo repetidor 20 establece un punto fijo en la señal de baliza transmitida desde el dispositivo maestro 10. Este punto fijo puede ser cualquier localización con una longitud de datos fija desde la cabecera de la señal de baliza. En la presente realización, por ejemplo, el punto fijo se establece a un extremo de terminal del encabezamiento de sincronización (SHR) (véase la Figura 3). Por lo tanto, el dispositivo repetidor 20 puede identificar el punto de tiempo en el que se recibe la señal de baliza, cuando completa la recepción del encabezamiento de sincronización (SHR).

En el dispositivo repetidor 20, se pre-almacena la información indicativa del tiempo en el que empieza a transmitir el dispositivo maestro 10 como el dispositivo superior la señal de baliza, o información indicativa de los intervalos de tiempo de la transmisión. Por lo tanto, incluso en el estado en que no se ha establecido aún la sincronización entre el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20, el dispositivo repetidor 20 puede obtener información indicativa de tiempo aproximado de la transmisión de la señal de baliza desde el dispositivo maestro 10. Para recibir la señal de baliza, el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción de la señal de baliza antes del tiempo predicho en el que el dispositivo maestro 10 empieza a transmitir la señal de baliza.

Si el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción antes de que sea necesario, entonces el tiempo extra que pasa desde cuando el dispositivo repetidor 20 entra en un estado de activar-recepción hasta que realmente recibe la señal de baliza se hace largo, lo que aumenta el consumo de potencia eléctrica. Por otro lado, si el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción demasiado tarde, entonces la señal de baliza alcanzará el dispositivo repetidor 20 antes de que entre en el estado de activar-recepción. En este caso, es probable que el dispositivo repetidor 20 no pueda recibir la señal de baliza apropiadamente. Para evitar esto, en el sistema de comunicación de radio 100 de la presente realización, el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción de la señal de baliza, en el tiempo t_1 que está necesaria y suficientemente atrás del tiempo predicho t_0 (tiempo de transmisión t_0 predicho mediante el dispositivo repetidor 20) en el que dispositivo maestro 10 empieza a transmitir la señal de baliza.

Más específicamente, el dispositivo repetidor 20 obtiene el tiempo predicho t_0 en que el dispositivo maestro 10 empieza a transmitir la señal de baliza (etapa 10). En el tiempo t_1 que se especifica el tiempo de vuelta desde el tiempo predicho t_0 , tiempo especificado que es una suma de tiempo de preparación de recepción TPa y el tiempo de error absoluto TPx, el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción (etapa 11). En otras palabras, el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción en el tiempo t_1 que es tiempo especificado de vuelta desde el tiempo predicho t_2 (tiempo de recepción t_2 predicho mediante el dispositivo repetidor 20) en que el dispositivo repetidor 20 recibe el punto fijo en la señal de baliza del dispositivo maestro 10, tiempo especificado que es una suma de tiempo de recepción de encabezamiento de sincronización TPb, el tiempo de preparación de recepción TPa y el tiempo de error absoluto TPx.

El tiempo de error absoluto TPx puede obtenerse basándose en, por ejemplo, el ciclo de transmisión (por ejemplo, varios segundos) de la señal de baliza del dispositivo maestro 10 y la precisión absoluta (ppm) del oscilador de cuarzo en la sección de medición de tiempo 25 del dispositivo repetidor 20. Para este fin, el dispositivo repetidor 20 puede configurarse para pre-almacenar información indicativa del ciclo de transmisión de la señal de baliza del dispositivo maestro 10 e información indicativa de la precisión absoluta del oscilador de cuarzo en el dispositivo repetidor 20.

El tiempo de preparación de recepción TPa hace referencia a un periodo de tiempo requerido para preparar la recepción, en el que el dispositivo repetidor 20 pasa desde un estado en reposo al estado activar-recepción. El tiempo de recepción de encabezamiento de sincronización TPb hace referencia a un periodo de tiempo requerido para que el dispositivo repetidor 20 reciba el encabezamiento de sincronización (Pa + SFD) de la señal de baliza y promedie la longitud de tiempo del encabezamiento de sincronización de la señal de baliza. Como puede observarse a partir de la Figura 4, el tiempo que es la suma del tiempo de preparación de recepción TPa, el tiempo de recepción de encabezamiento de sincronización TPb, y el tiempo de error absoluto TPx, es el tiempo predicho desde el tiempo de inicio de preparación de recepción t1 hasta el tiempo predicho t2 en que el dispositivo repetidor 20 recibe el punto fijo en la señal de baliza. Por consiguiente, en lo sucesivo, por motivos de conveniencia, el tiempo desde el tiempo de inicio de preparación de recepción t1 hasta el tiempo predicho t2 en que el dispositivo repetidor 20 recibe el punto fijo en la señal de baliza, se denominará como “tiempo predicho TPg”.

El dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción en el tiempo t1 establecido como se ha descrito anteriormente y mide el tiempo que pasa desde el tiempo t1. A continuación, cuando el dispositivo repetidor 20 empieza realmente a recibir la señal de baliza (señal de baliza N° 1 en la Figura 4) desde el dispositivo maestro 10, obtiene el tiempo de recepción del punto fijo en la señal de baliza (etapa 12). Es decir, el dispositivo repetidor 20 detecta un punto de tiempo en que completa la recepción del encabezamiento de sincronización, y decide el tiempo como el tiempo t3 en que realmente recibe el punto fijo. A continuación, el dispositivo repetidor 20 calcula el tiempo que pasa desde el tiempo t1 al tiempo t3 (etapa 13). El tiempo que pasa desde el tiempo t1 al tiempo t3 es el tiempo desde cuando el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción al tiempo en el que realmente recibe el punto fijo en la señal de baliza. Para comparar el tiempo que pasa desde el tiempo t1 al tiempo t3 al tiempo predicho TPg, este tiempo se denominará como “tiempo de medición real TPm”.

Una posibilidad de que el tiempo predicho t2 en el que el dispositivo repetidor 20 recibe el punto fijo en la señal de baliza coincida con el tiempo de recepción real t3 no es alta. Como debería entenderse a partir de lo anterior, puesto que el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20 no están sincronizados entre sí, hay una posibilidad de que haya una diferencia de tiempo en que el tiempo de error absoluto TPx sea un valor máximo. Por lo tanto, cuando hay una diferencia en el eje de tiempo entre el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20, y el tiempo t2 y el tiempo t3 no coinciden entre sí, esta diferencia de tiempo surge como una diferencia (en lo sucesivo se denominará como “error de medición real ΔTP ”) entre el tiempo predicho TPg y el tiempo de medición real TPm. En otras palabras, si se detecta el error de medición real ΔTP (etapa 14), entonces puede obtenerse una diferencia en el eje de tiempo entre el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20.

En el ejemplo de la Figura 4, cuando el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 es una base, el tiempo de recepción real del punto fijo es el tiempo t3 que se retarda con respecto a al tiempo predicho t2. Por lo tanto, el tiempo de medición real TPm ya no es el tiempo predicho TPg, y se obtiene un error de medición real $\Delta TP1$ representado mediante $\Delta TP1 = TPm - TPg$ (etapa 14). En el caso de $TPm > TPg$, puede determinarse que el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 está $\Delta TP1$ avanzado con respecto al eje de tiempo del dispositivo maestro 10 (etapa 15). Por lo tanto, el dispositivo repetidor 20 decide el error de medición real $\Delta TP1$ $\Delta TP1$ obtenido en el presente caso como una cantidad de compensación $\Delta A1$ (etapa 16), y compensa su eje de tiempo por lo que entonces el eje de tiempo está $\Delta TP1$ retardado con respecto al eje de tiempo (eje de tiempo establecido inicialmente) único para el dispositivo repetidor 20 (etapa 17). Esto permite al dispositivo repetidor 20 y al dispositivo maestro 10 sincronizarse entre sí puesto que el error atribuido a la precisión absoluta se ha eliminado.

(2) Segunda y la siguiente compensación para sincronización (caso donde se avanza el eje de tiempo)

Incluso después de que se haya realizado la compensación para sincronización como se ha descrito anteriormente, puede haber una posibilidad de que exista aún una diferencia de tiempo entre el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20. Una causa de la diferencia de tiempo puede ser un cambio de temperatura en un entorno en el que están colocados el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20. Específicamente, cada una de las secciones de medición de tiempo 15, 25, 35 que se incluyen en el dispositivo maestro 10, el dispositivo repetidor 20, y el dispositivo esclavo 30, respectivamente, incluyen un oscilador de cuarzo y otros elementos de circuito, y sus características cambian dependiendo de una temperatura ambiente. Los valores de velocidades del cambio en las características son únicos al oscilador de cuarzo y otros elementos de circuitos montados en los terminales. Debido a esto, incluso una vez después de que se haya realizado la compensación para sincronización, puede tener lugar una diferencia en el eje de tiempo entre los terminales de acuerdo con un cambio en la temperatura ambiente. A la luz de esto, en el sistema 100, la segunda y la siguiente compensación se realizan para sincronización como se muestra en la Figura 5 o 6.

En primer lugar, se describirá cómo se realiza la compensación para sincronización, mostrado en la Figura 5. En el ejemplo de la Figura 5, en un caso donde el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 se avanza con respecto al eje de tiempo del dispositivo maestro 10, debido a la temperatura ambiente, el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 se compensa para sincronizarse con el eje de tiempo del dispositivo maestro 10.

El dispositivo repetidor 20 obtiene el tiempo predicho t0 en el que dispositivo maestro 10 empieza a transmitir la

señal de baliza, basándose en el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 que se ha compensado para sincronización en el tiempo más reciente (etapa 20). A continuación, el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción en el tiempo t_1 que es tiempo especificado de vuelta desde el tiempo predicho t_0 , tiempo especificado que es una suma del tiempo de preparación de recepción TP_a y tiempo de error de entorno TP_y (etapa 21). El tiempo de error de entorno TP_y hace referencia a tiempo de error atribuido al cambio anteriormente indicado en la temperatura ambiente. Almacenando información de precisión (ppm) relacionada con un cambio de temperatura del dispositivo repetidor 20, el tiempo de error de entorno TP_y puede obtenerse a partir de esta información y el tiempo que pasa desde la compensación realizada para sincronización en un caso anterior (es decir, ciclo de transmisión de la señal de baliza desde el dispositivo maestro 10).

El dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción en el tiempo t_1 establecido como se ha descrito anteriormente y mide el tiempo que pasa desde el tiempo t_1 . A continuación, cuando el dispositivo repetidor 20 empieza realmente a recibir la señal de baliza (señal de baliza N° 2 en la Figura 5) desde el dispositivo maestro 10, obtiene el tiempo t_3 en que recibe el punto fijo en la señal de baliza (etapa 22). A continuación, el dispositivo repetidor 20 calcula el tiempo de medición real TP_m que es el tiempo que pasa desde el tiempo t_1 al tiempo t_3 (etapa 23), y obtiene el error de medición real ΔTP que es una diferencia entre el tiempo de medición real TP_m y el tiempo predicho TP_g (etapa 24). Como se muestra en la Figura 5, en la segunda y siguiente compensación realizadas para sincronización, el tiempo predicho TP_g es el tiempo desde el tiempo t_1 al tiempo t_3 , pero es diferente en que el tiempo predicho TP_g es el tiempo que es una suma del tiempo de preparación de recepción TP_a , el tiempo de recepción de encabezamiento de sincronización TP_b , y el tiempo de error de entorno TP_y (lo mismo se aplica a la Figura 6 como se describirá más adelante).

En el ejemplo de la Figura 5, cuando el eje de tiempo (eje de tiempo después de la compensación anterior realizada para sincronización) del dispositivo repetidor 20 es una base, el tiempo de recepción real del punto fijo es el tiempo t_3 que se retarda con respecto al tiempo predicho t_2 . Por lo tanto, el tiempo de medición real TP_m es más largo que el tiempo predicho TP_g , y se obtiene un error de medición real ΔTP_2 representado mediante $\Delta TP_2 = TP_m - TP_g$ (etapa 24). En el caso de $TP_m > TP_g$, puede determinarse que el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 está ΔTP_2 avanzado con respecto al eje de tiempo del dispositivo maestro 10 (etapa 25). Por lo tanto, el dispositivo repetidor 20 decide una cantidad de compensación ΔA_2 basándose en el error de medición real ΔTP_2 obtenido en el presente caso y una historia pasada de los errores de medición reales ΔTP . Específicamente, el dispositivo repetidor 20 decide como la cantidad de compensación ΔA_2 en el presente caso una suma del error de medición real ΔTP_2 obtenido en el presente caso y la cantidad de compensación ΔA_1 en el caso anterior (etapa 26). A continuación, el dispositivo repetidor 20 compensa su eje de tiempo por lo que el eje de tiempo está ΔA_2 retardado con respecto al eje de tiempo (eje de tiempo establecido inicialmente) único para el dispositivo repetidor 20 (etapa 27). Esto permite al dispositivo repetidor 20 y al dispositivo maestro 10 sincronizarse entre sí puesto que el error atribuido a la precisión absoluta se ha eliminado.

(3) Segunda y la siguiente compensación para sincronización (caso donde se retrasa el eje de tiempo)

A continuación, se describirá cómo se realiza la compensación para la sincronización mostrada en la Figura 6. En el ejemplo de la Figura 6, en un caso donde se retarda el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 con respecto al dispositivo maestro 10, debido a la temperatura ambiente, el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 se compensa para sincronizarse con el eje de tiempo del dispositivo maestro 10.

El dispositivo repetidor 20 obtiene el tiempo predicho t_0 en el que dispositivo maestro 10 empieza a transmitir la señal de baliza, basándose en el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 que se ha compensado para sincronización en el tiempo más reciente (etapa 30). A continuación, el dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción en el tiempo t_1 que se especifica el tiempo de vuelta desde el tiempo predicho t_0 , tiempo especificado que es una suma del tiempo de preparación de recepción TP_a y el tiempo de error de entorno TP_y (etapa 31).

El dispositivo repetidor 20 empieza a preparar la recepción en el tiempo t_1 establecido como se ha descrito anteriormente y mide el tiempo que pasa desde el tiempo t_1 . A continuación, cuando el dispositivo repetidor 20 empieza realmente a recibir la señal de baliza (señal de baliza N° 3 en la Figura 6) desde el dispositivo maestro 10, obtiene el tiempo t_3 en que recibe el punto fijo en la señal de baliza (etapa 32). A continuación, el dispositivo repetidor 20 calcula el tiempo de medición real TP_m que es el tiempo que pasa desde el tiempo t_1 al tiempo t_3 (etapa 33), y obtiene el error de medición real ΔTP que es una diferencia entre el tiempo de medición real TP_m y el tiempo predicho TP_g (etapa 34).

En el ejemplo de la Figura 6, cuando el eje de tiempo (eje de tiempo después de la compensación anterior realizada para sincronización) del dispositivo repetidor 20 es una base, el tiempo de recepción real del punto fijo es el tiempo t_3 que es más anterior que el tiempo predicho t_2 . Por lo tanto, el tiempo de medición real TP_m es más corto que el tiempo predicho TP_g , y se obtiene el error de medición real ΔTP_2 representado mediante $\Delta TP_2 = TP_g - TP_m$ (etapa 34). En el caso de $TP_m < TP_g$, puede determinarse que el eje de tiempo del dispositivo repetidor 20 está ΔTP_2 retardado con respecto al eje de tiempo del dispositivo maestro 10 (etapa 35). Por lo tanto, el dispositivo repetidor 20 decide una cantidad de compensación ΔA_3 basándose en el error de medición real ΔTP_3 obtenido en el presente

caso y la historia pasada de los errores de medición reales ΔTP . Específicamente, el dispositivo repetidor 20 decide como la cantidad de compensación $\Delta A3$ en el presente caso un valor derivado restando el error de medición real $\Delta TP3$ obtenido en el presente caso desde la cantidad de compensación $\Delta A2$ en el caso anterior (etapa 36).

- 5 En el caso de la cantidad de compensación $\Delta A3 > 0$, el dispositivo repetidor 20 compensa su eje de tiempo por lo que el eje de tiempo está $\Delta A3$ retardado con respecto al eje de tiempo (eje de tiempo establecido inicialmente) único para el dispositivo repetidor 20 (etapa 37-1). Por otro lado, en el caso de la cantidad de compensación $\Delta A3 < 0$, el dispositivo repetidor 20 compensa su eje de tiempo de modo que el eje de tiempo está $\Delta A3$ (valor absoluto) avanzado con respecto al eje de tiempo (eje de tiempo establecido inicialmente) único para el dispositivo repetidor 10 (etapa 37-2). Esto permite al dispositivo repetidor 20 y al dispositivo maestro 10 sincronizarse entre sí puesto que el error atribuido a la precisión absoluta se ha eliminado.

Como se ha descrito anteriormente, la compensación se realiza para proporcionar sincronización entre el dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20 de modo que los relojes internos de estos terminales se sincronicen entre sí. A continuación, como se muestra en la Figura 3, el dispositivo repetidor 20 que ha completado la compensación para sincronización transmite la señal de baliza al dispositivo inferior, y el dispositivo repetidor inferior 20 o el dispositivo esclavo inferior 30 reciben la señal de baliza y pueden sincronizarse con el dispositivo superior, de la misma manera como se ha descrito anteriormente. Como resultado, los relojes de todos los terminales desde el dispositivo maestro 10 a los dispositivos esclavos 30 pueden sincronizarse entre sí. Además, en la primera compensación realizada para sincronización, el tiempo de inicio de preparación de recepción $t1$ se decide considerando el tiempo de error absoluto TPx , y en la segunda y la siguiente compensación, el tiempo de inicio de preparación de recepción $t1$ se decide considerando el tiempo de error de entorno TPy . Dado que el estado de espera de recepción de la señal de baliza puede reducirse en tiempo de la manera anteriormente descrita, puede suprimirse el desperdicio de consumo de potencia eléctrica, y puede suprimirse el agotamiento de la batería.

(Prevención de colisión de señal de baliza)

En algunos casos, una pluralidad de dispositivos superiores están colocados de manera comunicativa para corresponder a un dispositivo inferior en el sistema de comunicación de radio 100. En un caso de este tipo, si la pluralidad de dispositivos superiores transmite señales de balizas al mismo tiempo, estas señales pueden colisionar, y el dispositivo inferior puede no recibir estas señales de baliza. Para evitar una situación de este tipo, en el sistema de comunicación de radio 100 de la presente realización, las temporizaciones de transmisión de las señales de baliza desde los dispositivos superiores al dispositivo inferior se deciden aleatoriamente en un intervalo de tiempo predeterminado. En lo sucesivo, se describirá cómo se evita la colisión de las señales de baliza.

La Figura 7 es una vista que muestra la configuración de una trama de una portadora de comunicación (canal) de cada terminal. En la presente realización, se usa una súper trama. Como se muestra en la Figura 7, la súper trama es una trama seccionada mediante las señales de baliza. En la presente realización, la súper trama se divide de manera igual en 32 partes que son del 1^{er} al 32^o intervalos con una longitud de tiempo igual T. Adicionalmente, cada intervalo se divide de manera igual en 16 partes con una longitud de tiempo igual. Como se muestra en la Figura 7, por ejemplo, el 2^o intervalo incluye 16 intervalos que son del (2-0)-ésimo al (2-14)-ésimo intervalos y un intervalo de guarda (GS). En la súper trama, los intervalos del (1-0)-ésimo al (1-14)-ésimo del 1^{er} intervalo, que son distintos del intervalo de guarda en el primer intervalo, se establecen a un periodo de acceso de contienda (CAP). Una porción de la súper trama que es distinta del CAP, se establece a un periodo inactivo.

La Figura 8 es un gráfico de temporización que muestra el ajuste de las temporizaciones de las señales de baliza para evitar una colisión. La Figura 8 muestra un caso donde el dispositivo maestro 10 transmite la señal de baliza, y posteriormente el dispositivo repetidor 20-1 como el dispositivo inferior del dispositivo maestro 10 y el dispositivo repetidor 20-2 como el dispositivo inferior del dispositivo repetidor 20-1 deciden secuencialmente las temporizaciones de transmisión de la señal de baliza.

Como se muestra en la Figura 8, cuando el dispositivo maestro 10 transmite la señal de baliza, el dispositivo repetidor 20-1 recibe esta señal de baliza. El dispositivo repetidor 20-1 transmite la señal de baliza al dispositivo repetidor inferior 20-2 en un punto de tiempo cuando el tiempo $(T + \tau1)$ que es una suma de la longitud de tiempo T y un tiempo de retardo aleatorio $\tau1$, pasa después del punto de tiempo cuando el dispositivo repetidor 20-1 recibe la señal de baliza desde el dispositivo maestro 10. Esta señal de baliza contiene información relacionada con el tiempo de retardo $\tau1$ usado en la presente transmisión, e información relacionada con el tiempo de retardo $\tau1$ usado en la siguiente transmisión.

El tiempo de retardo $\tau1$ se establece en el dispositivo repetidor 20-1 como una longitud de tiempo en un intervalo especificado que es más corto que la longitud de tiempo T, y puede cambiarse en cada transmisión de la señal de baliza. En la presente realización, el tiempo de retardo $\tau1$ se establece de manera que $0 < \tau1 < Tb (T/8)$. Por lo tanto, cuando el eje de tiempo del dispositivo maestro 10 es una base, el dispositivo repetidor 20-1 transmite la señal de baliza al dispositivo repetidor 20-2 en un punto de tiempo en un periodo desde el tiempo de cabecera del (2-0)-ésimo intervalo del dispositivo maestro 10 al tiempo final del terminal del (2-1)-ésimo intervalo del dispositivo maestro 10,

después de que el dispositivo maestro 10 transmite la señal de baliza (véase la Figura 8).

A continuación, cuando el dispositivo repetidor 20-2 recibe la señal de baliza desde el dispositivo repetidor 20-1 como el dispositivo superior, obtiene la información relacionada con el tiempo de retardo τ_1 contenido en la señal de baliza. En un punto de tiempo cuando pasa el tiempo $(T - \tau_1 + \tau_2)$ que se obtiene totalizando la longitud de tiempo T y un tiempo de retardo aleatorio τ_2 y restando el tiempo de retardo τ_1 , el dispositivo repetidor 20-2 transmite la señal de baliza hacia el dispositivo inferior. Esta señal de baliza contiene también la información relacionada con el tiempo de retardo τ_2 usado en la presente transmisión, y la información relacionada con el tiempo de retardo τ_2 usado en la siguiente transmisión.

El tiempo de retardo τ_2 se establece también en el dispositivo repetidor 20-2 como una longitud de tiempo en un intervalo especificado que es más corto que la longitud de tiempo T , y puede cambiarse en cada transmisión de la señal de baliza. En la presente realización, el tiempo de retardo τ_2 se establece de manera que $0 < \tau_2 < T_b$. Por lo tanto, cuando el eje de tiempo del dispositivo maestro 10 es una base, el dispositivo repetidor 20-2 transmite la señal de baliza hacia el dispositivo inferior en un punto de tiempo en un periodo desde el tiempo de cabecera del (3-0)-ésimo intervalo del dispositivo maestro 10 al tiempo final del terminal del (3-1)-ésimo intervalo del dispositivo maestro 10, después de que el dispositivo maestro 10 transmite la señal de baliza (véase la Figura 8).

En la configuración anteriormente descrita, las temporizaciones de transmisión de las señales de baliza de los respectivos dispositivos repetidores 20 se hacen aleatorias en un intervalo especificado. Esto hace posible evitar una situación en la que la pluralidad de dispositivos superiores transmite las señales de baliza al mismo tiempo hacia el mismo dispositivo inferior. Además, el dispositivo repetidor 20-N situado en la N-ésima capa inferior desde la perspectiva del dispositivo maestro 10 transmite la señal de baliza en el $(N + 1)$ -ésimo intervalo del dispositivo maestro 10. Por lo tanto, incluso en un sistema que tenga muchas capas, la compensación realizada para sincronizar todos los terminales desde el dispositivo maestro 10 a los dispositivos esclavos 30 entre sí puede completarse en un corto tiempo.

Por ejemplo, en la comunicación de interrogación de la Figura 3, la señal de petición se transmite desde el dispositivo maestro 10 hacia el dispositivo esclavo 30, y posteriormente la señal de respuesta se transmite desde el dispositivo esclavo 30 hacia el dispositivo maestro 10. Conjuntamente con esto, la primera señal de baliza se transmite al dispositivo inferior, y posteriormente la segunda señal se transmite al dispositivo superior. En la presente realización, la temporización en la que el dispositivo repetidor 20-N transmite la segunda señal de baliza se establece a un punto de tiempo cuando pasa el tiempo $\{(30 - N \times 2) \times T\}$ después de la temporización en la que el dispositivo repetidor 20-N transmite la primera señal de baliza. Por ejemplo, el dispositivo repetidor 20-1 transmite la segunda señal de baliza en un punto de tiempo (30-ésimo intervalo del dispositivo maestro 10) cuando pasa el tiempo $28T$ después de la temporización de transmisión (2º intervalo del dispositivo maestro 10) de la primera señal de baliza. Por lo tanto, el dispositivo maestro 10 puede recibir la segunda señal de baliza desde el dispositivo inferior, en la misma súper trama que la súper trama en la que el dispositivo maestro 10 transmite la primera señal de baliza.

Aplicabilidad industrial

Como debería entenderse a partir de lo anterior, la presente invención es aplicable de manera adecuada a un sistema de comunicación de radio multi-capas para reducir el consumo de potencia eléctrica en un terminal de recepción.

Lista de signos de referencia

- 10 dispositivo maestro
- 20 dispositivo repetidor
- 30 dispositivo esclavo
- 100 sistema de comunicación de radio

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de comunicación de radio multi-capa en el que un dispositivo maestro más superior y un dispositivo esclavo más inferior están conectados de manera comunicativa entre sí mediante uno o una pluralidad de dispositivos repetidores,
- 5 en el que un dispositivo superior, un dispositivo intermedio y un dispositivo inferior que incluye el dispositivo maestro más superior, el uno o la pluralidad de dispositivos repetidores y el dispositivo esclavo más inferior, están situados en diferentes capas sucesivas,
- 10 en donde el dispositivo intermedio está configurado para:
- establecer un punto fijo en una señal de baliza transmitida desde el dispositivo superior,
- calcular el tiempo predicho (TPg) que vuelve desde el punto fijo y hasta un punto de tiempo en que el dispositivo repetidor empieza a preparar la recepción de la señal de baliza, basándose en un tiempo (TPa) requerido para preparar la recepción de la señal de baliza, tiempo (TPb) requerido para recibir datos desde una cabecera de la señal de baliza al punto fijo y tiempo de error (TPy) generado en un reloj interno del dispositivo repetidor debido a al menos una temperatura ambiente,
- 15 empezar a preparar la recepción de la señal de baliza en el tiempo (t1) que es el tiempo predicho devuelto desde el tiempo de recepción predicho (t2) del punto fijo, y obtener tiempo de medición real (TPm) que va desde el tiempo en el que el dispositivo intermedio empieza a preparar la recepción hasta el tiempo de recepción real (t3) del punto fijo,
- 20 compensar el reloj interno del dispositivo intermedio basándose en un historial de un error (ΔTP) que es una diferencia entre el tiempo predicho y el tiempo de medición real, y
- transmitir la señal de baliza al dispositivo inferior después de que el dispositivo intermedio haya compensado el reloj interno; y
- 25 en donde el dispositivo inferior está configurado para compensar su reloj interno basándose en la señal de baliza transmitida desde el dispositivo intermedio después de que el dispositivo intermedio haya compensado el reloj interno.
2. El sistema de comunicación de radio multi-capa de acuerdo con la reivindicación 1,
- 30 en el que un eje de tiempo de cada uno del dispositivo superior, del dispositivo intermedio y del dispositivo inferior se divide en intervalos que tienen una longitud de tiempo fija predeterminada (T);
- en el que el dispositivo superior está configurado para transmitir la señal de baliza en una cabecera de cada uno de los intervalos;
- 35 en el que el dispositivo intermedio está configurado para transmitir al dispositivo inferior la señal de baliza que contiene información relacionada con una longitud de tiempo arbitraria (τ_1) cuando pasan la longitud de tiempo fija y la longitud de tiempo arbitraria (τ_1), después de que el dispositivo intermedio reciba la señal de baliza desde el dispositivo superior, estableciéndose la longitud de tiempo arbitraria (τ_1) más corta que la longitud de tiempo fija; y
- 40 en el que el dispositivo inferior en una capa especificada está configurado para transmitir a otro dispositivo inferior que está en una capa inferior a la capa especificada, conteniendo la señal de baliza información relacionada con una longitud de tiempo arbitraria (τ_2) cuando la longitud de tiempo fija y la longitud de tiempo arbitraria (τ_2) pasan del tiempo que es la longitud de tiempo arbitraria (τ_1) del dispositivo repetidor de vuelta desde el tiempo en el que dispositivo inferior recibe la señal de baliza desde el dispositivo intermedio después de que el dispositivo inferior reciba la señal de baliza desde el dispositivo intermedio, estableciéndose la longitud de tiempo arbitraria (τ_2) más corta que la longitud de tiempo fija.
- 45

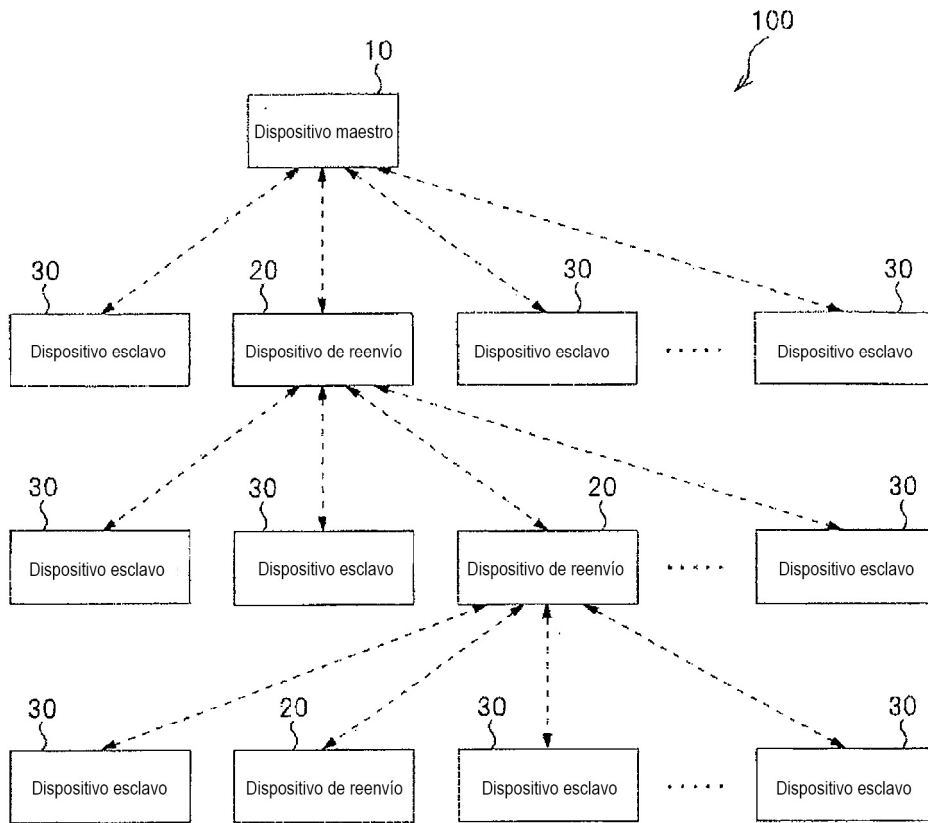


FIG. 1

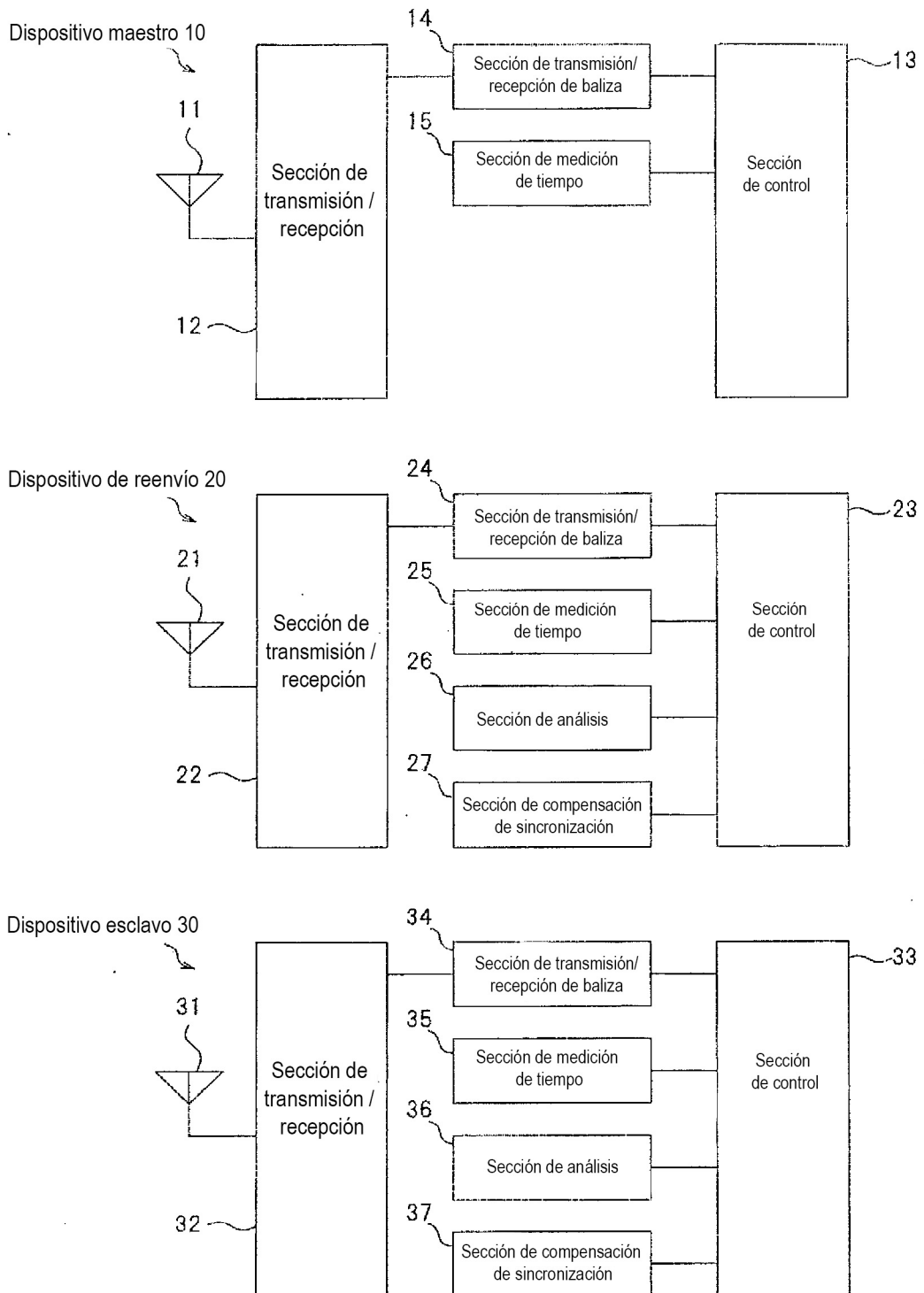


FIG. 2

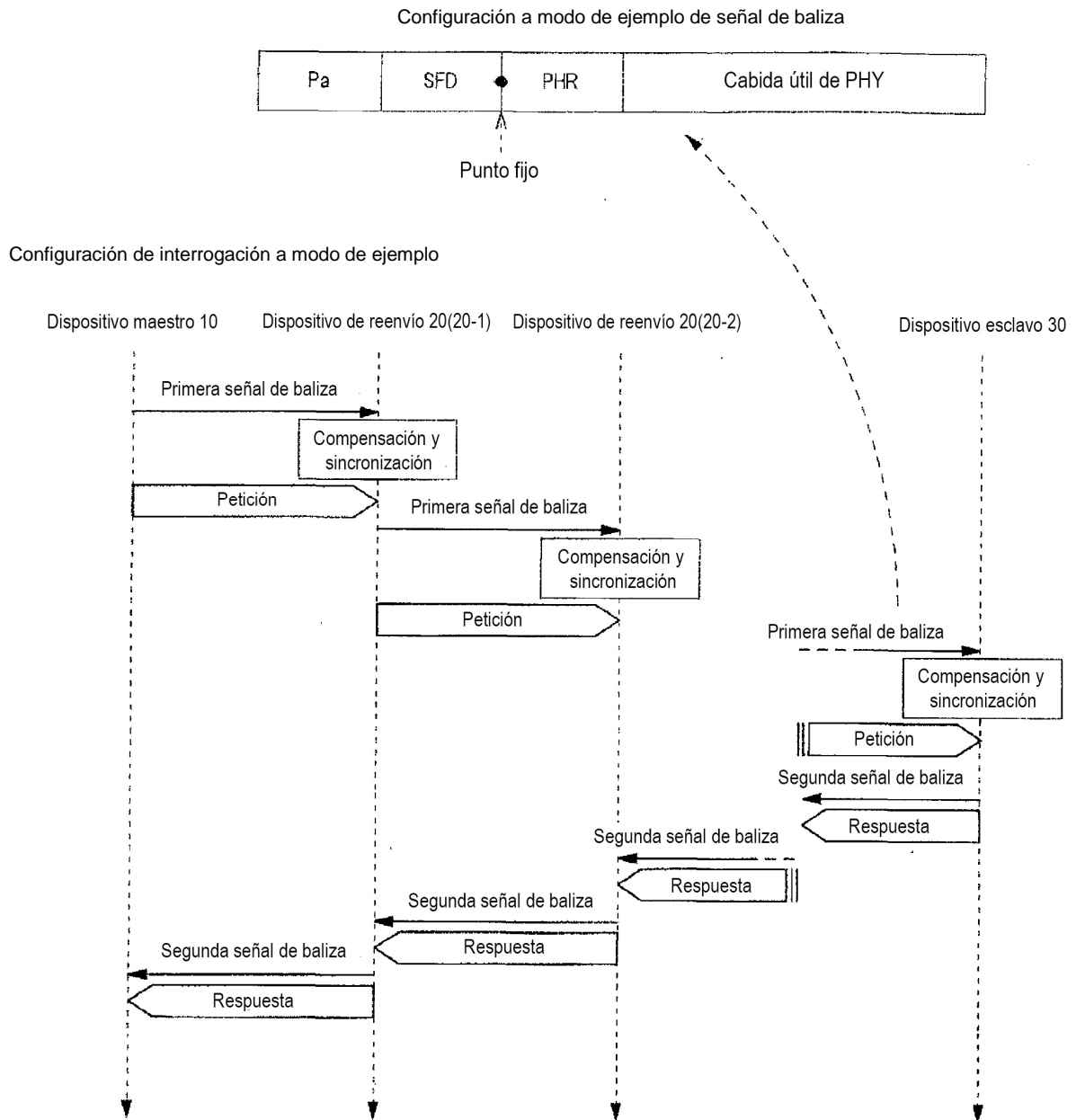


FIG. 3

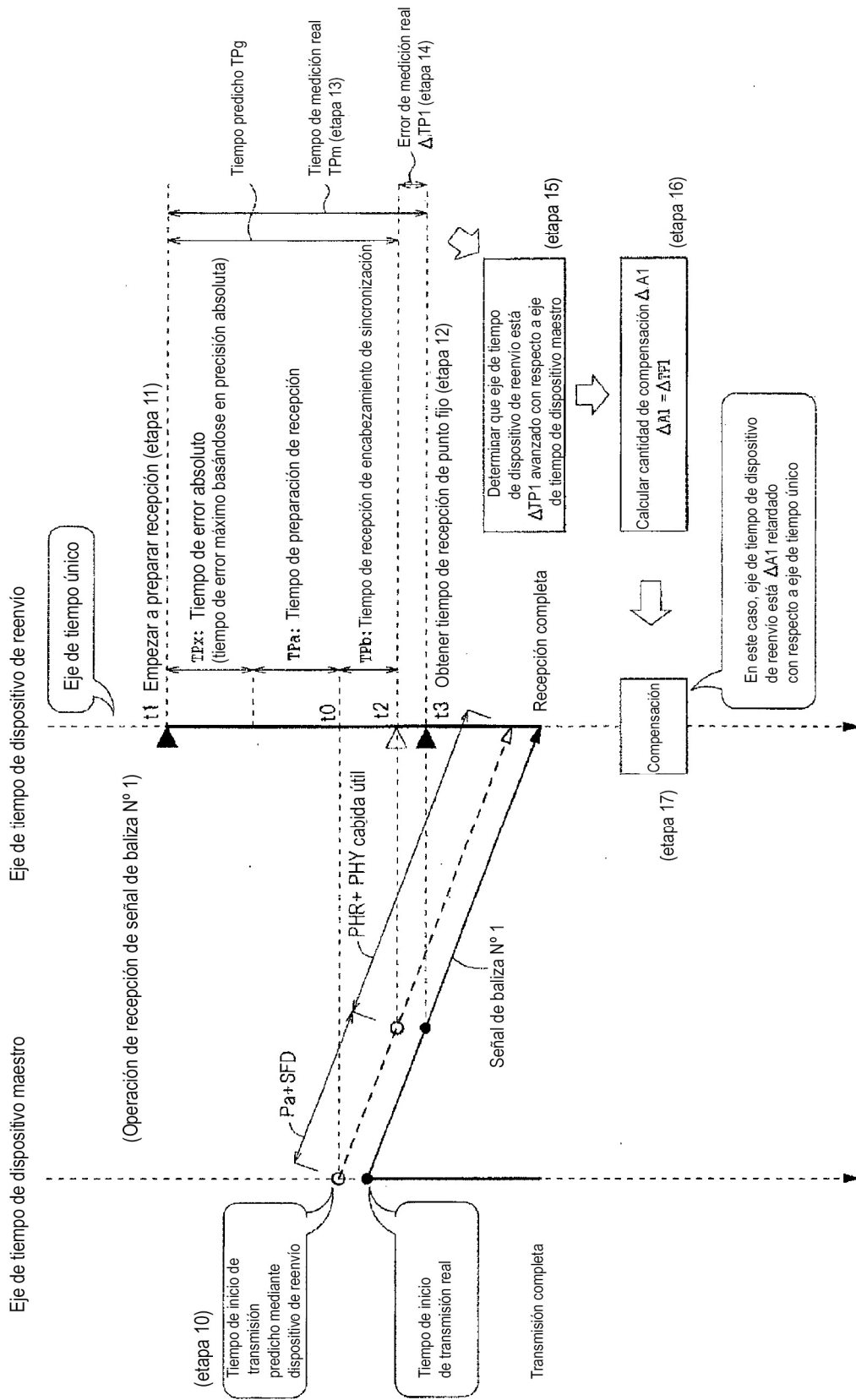


FIG. 4

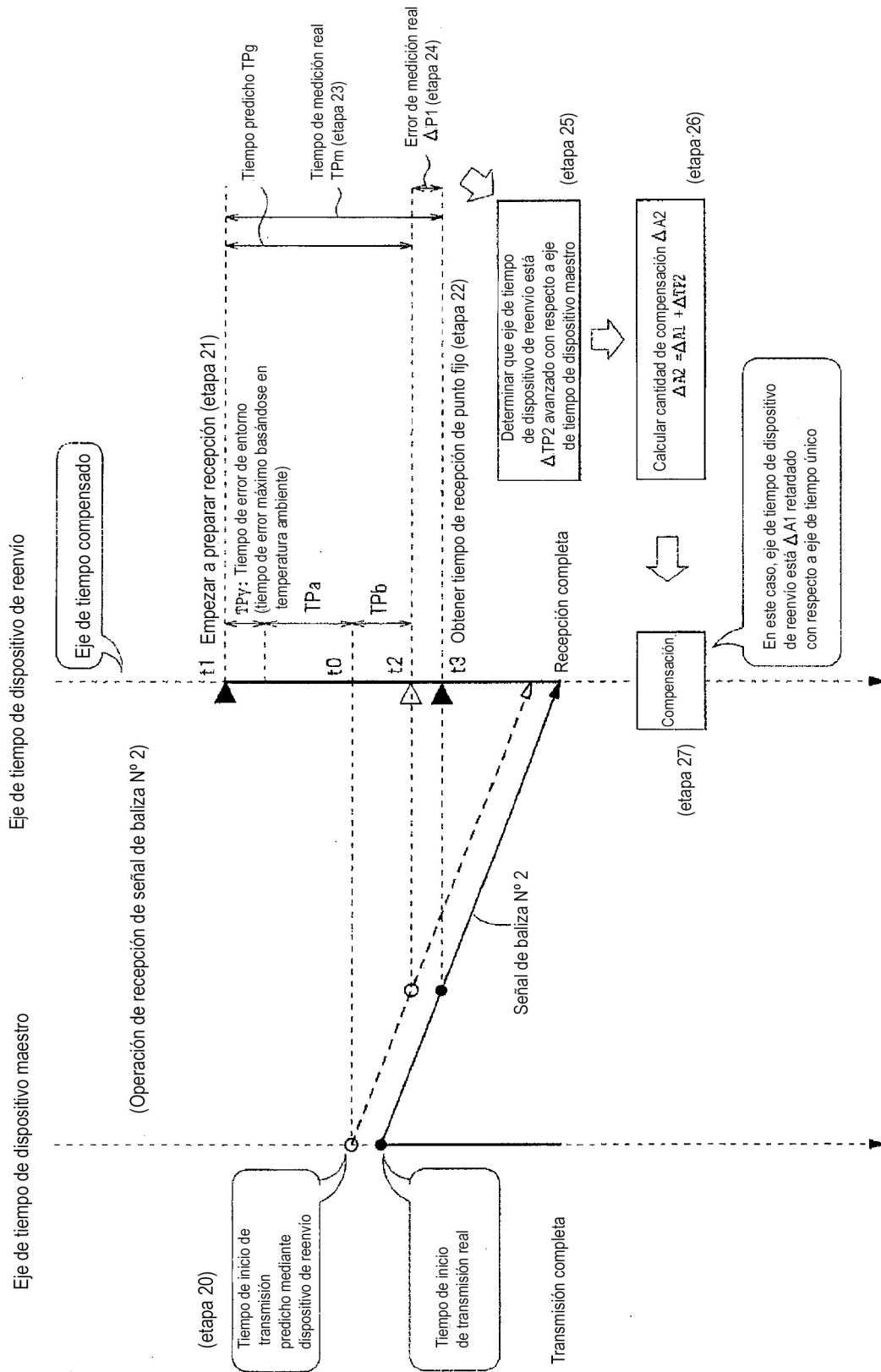


FIG. 5

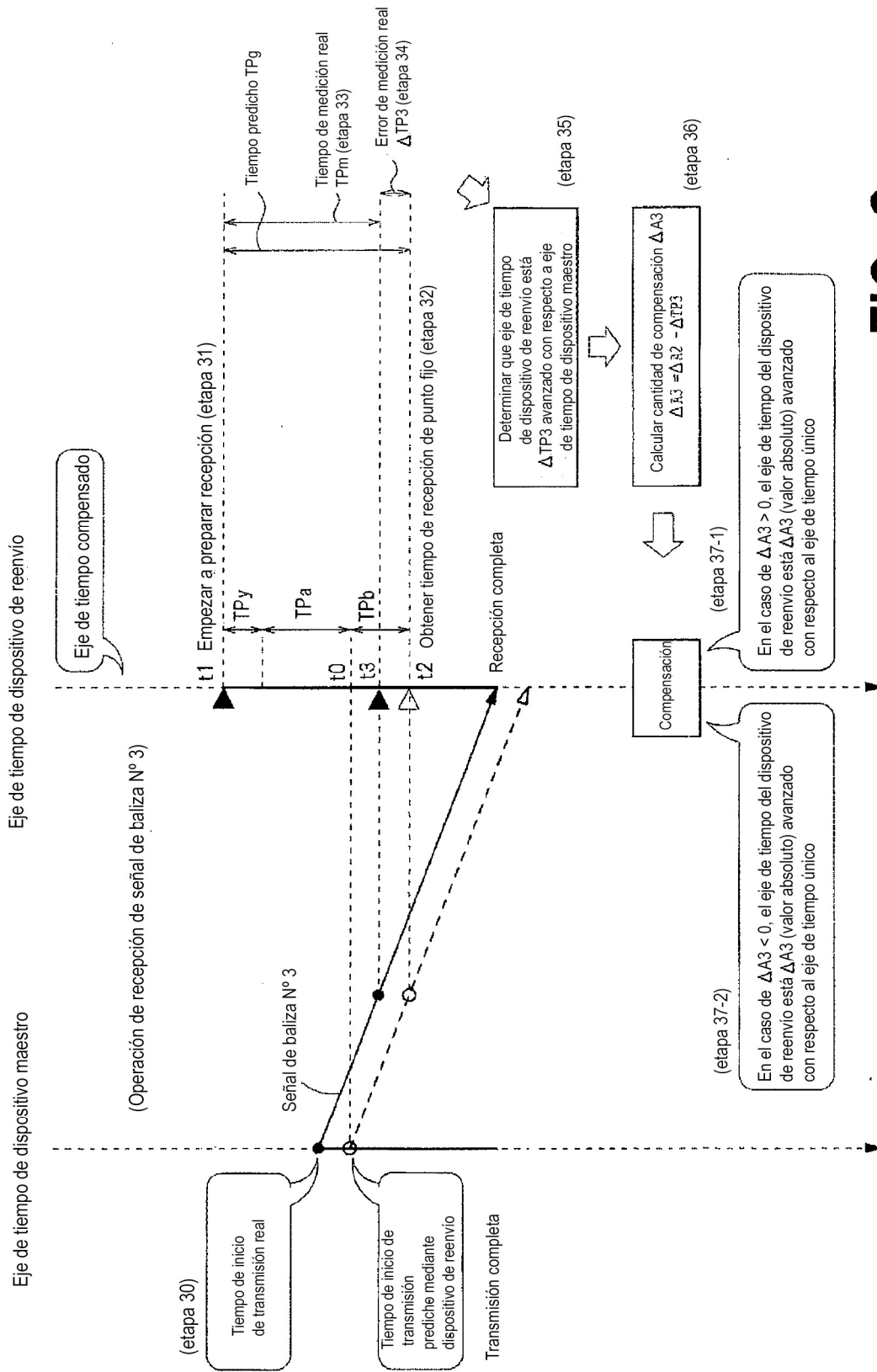


FIG. 6

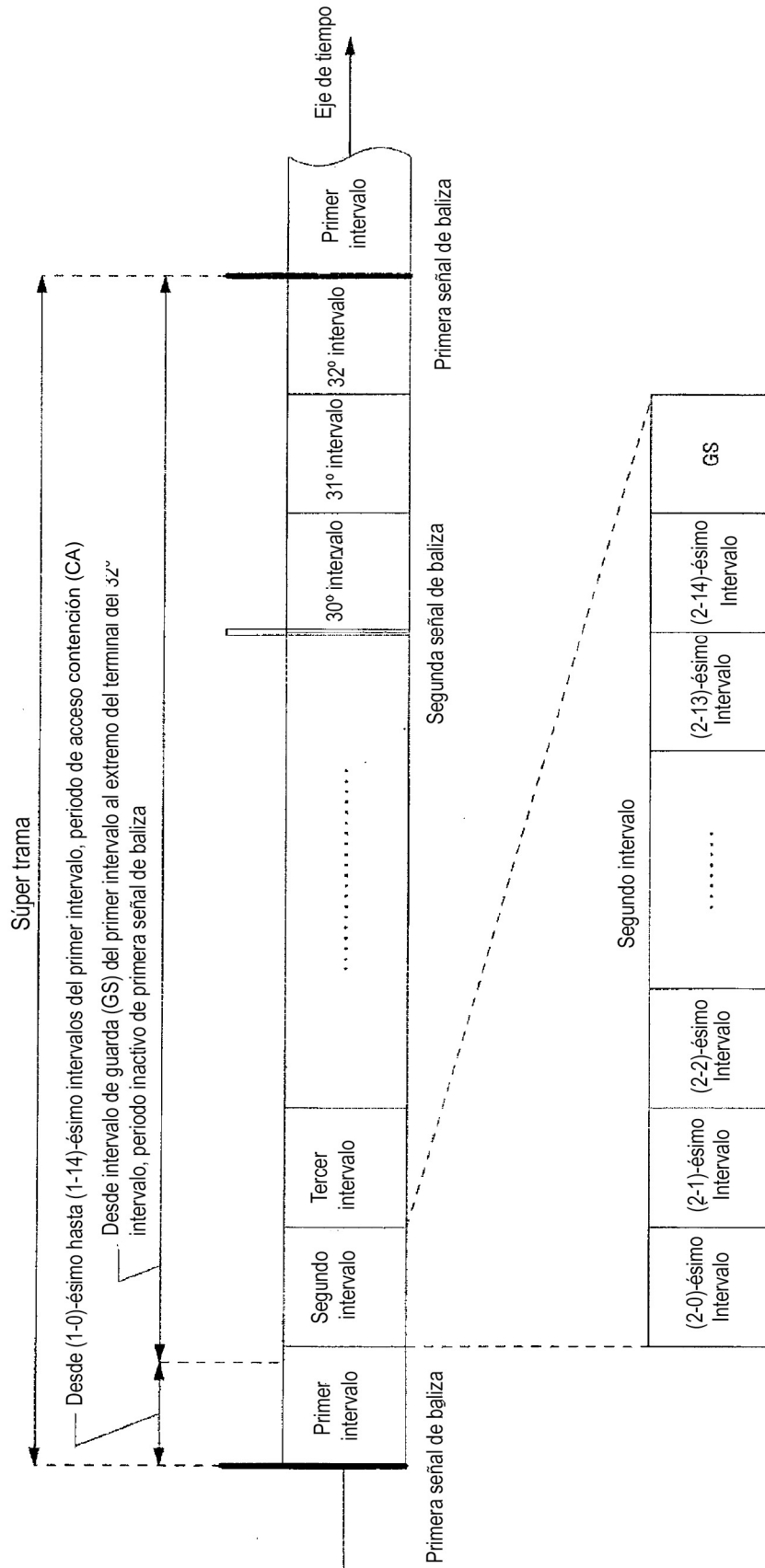


FIG. 7

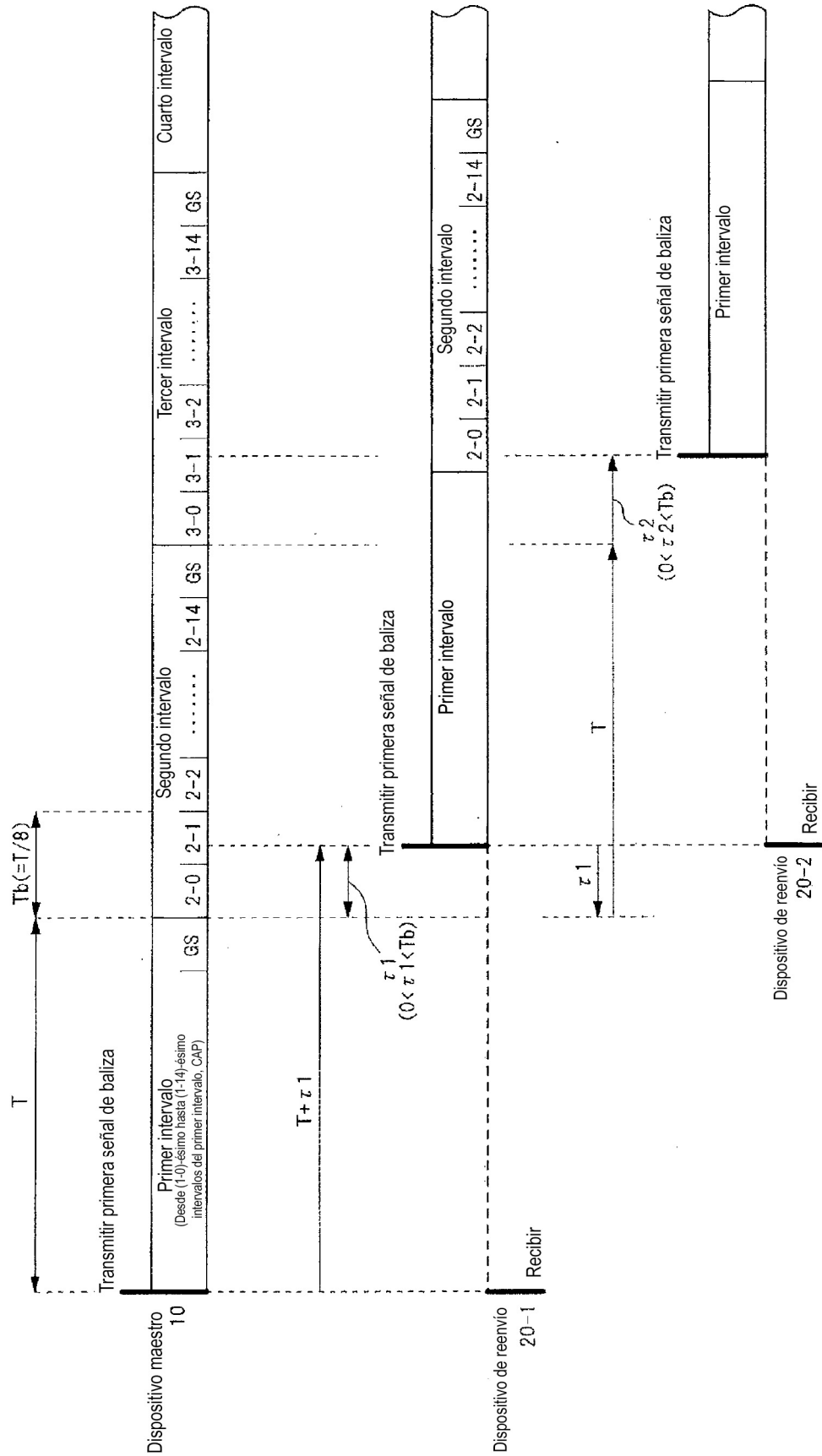


FIG. 8