

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 211**

51 Int. Cl.:

H04W 88/08 (2009.01)

H04J 3/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08873711 .9**

96 Fecha de presentación: **17.11.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2269420**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2011**

54 Título: **Sincronización basada en un equipo de radio (RE)**

30 Prioridad:

31.03.2008 US 41081 P

26.06.2008 US 147258

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

05.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

05.12.2012

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON

(PUBL) (100.0%)

164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

ÖSTERLING, JACOB

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 392 211 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

Sincronización basada en un equipo de radio (RE).

5 CAMPO TÉCNICO

El campo técnico se refiere a las comunicaciones por radio, y la tecnología de esta solicitud se refiere a la sincronización de una estación base de radio distribuida.

10 ANTECEDENTES

Una estación base de radio (RBS) distribuida incluye típicamente un controlador de equipos de radio (REC) acoplado a uno o más equipos de radio (REs) locales o remotos. Sin embargo, existen situaciones en las que resultaría deseable incluir múltiples RECs en la estación base de radio distribuida. Por ejemplo, es técnicamente viable que un RE soporte simultáneamente múltiples normativas de comunicación inalámbrica. Se pueden utilizar múltiples RECs de bajo coste conectados a un RE para prestar servicio a comunicaciones por radio sobre la base de diferentes normativas inalámbricas de radio, por ejemplo, las normativas de comunicaciones inalámbricas WCDMA y de la Evolución a Largo Plazo (LTE) del Sistema Universal de Telecomunicaciones de Móviles (UMTS). Múltiples RECs conectados a un RE también pueden ser útiles para incrementar la capacidad y/o el rendimiento de la estación base de radio.

La sincronización es una cuestión importante en las estaciones base de radio distribuidas. Algunas normativas de comunicación inalámbrica, por ejemplo, la LTE, requieren una precisión de sincronización de tiempo del orden de 1 microsegundo. En la práctica, este tipo de precisión de sincronización de tiempo puede requerir un receptor GPS u otra referencia de temporización precisa en el emplazamiento de la estación base de radio. Por consiguiente, es deseable que las estaciones base en generaciones evolucionadas de sistemas de comunicaciones inalámbricas soporten un despliegue de posicionamiento global (GPS) de bajo coste. Un receptor GPS debería situarse con el fin de obtener una buena recepción de los satélites. Esto normalmente significa una colocación en la torre o mástil de la estación base, lo cual sugiere al menos una gran proximidad con el RE. Resulta deseable montar el receptor GPS dentro de la solución mecánica del RE, por ejemplo, atornillado directamente en el RE para proporcionar un aspecto estéticamente atractivo. En una instalación de este tipo, si el receptor GPS está conectado al REC, esto requiere tiradas largas de cable y una protección contra rayos, no siendo deseable ninguna de las dos características.

Una estación base de radio distribuida se puede basar, por ejemplo, en la normativa de la Interfaz de Radio Pública Común (CPRI), que define la interfaz entre el REC y uno o más REs locales o remotos. En la presente se incorpora a título de referencia la normativa de la CPRI versión 3.0. La solicitud de patente U.S. relacionada y de cesión conjunta US 2005/0286507 A1, titulada "Determining A Time Difference Between First And Second Clock Domains", n.º de serie 11/131.347, presentada el 18 de mayo de 2005, se incorpora también a la presente a título de referencia. En la normativa actual de la CPRI no se soportan estaciones base de radio distribuidas de múltiples REC. Si un REC se construye usando múltiples paneles o unidades, se pueden usar soluciones de sincronización dedicadas y privativas, aunque resultaría deseable normalizar estaciones base de radio, distribuidas, de múltiples REC, en la CPRI.

Dos o más RECs que prestan servicio al mismo RE deben tener una referencia de frecuencia común. Si no, se producen múltiples problemas tales como coordinación inexistente para lograr una frecuencia común de transmisión/recepción y "deslizamientos de bits" en la interfaz entre RECs y RE(s), tal como la interfaz CPRI, lo cual a su vez genera distorsión en la interfaz aérea. Los RECs deberían tener también una referencia de tiempo común; si no, es necesario que el RE mantenga múltiples bases de tiempo (una para cada REC) a las que remitir mediciones de la interfaz aérea.

Tradicionalmente, las estaciones base se sincronizan con la red de transporte extrayendo el reloj de bits de la red de transporte. Si uno de los múltiples RECs en una estación base tiene acceso a una red de transporte SDH o PDH, el mismo puede regenerar una referencia de frecuencia. Sin embargo, algunos RECs pueden no tener acceso directo a una red de transporte que proporcione un reloj de bits estable, por ejemplo, los RECs únicamente tienen acceso a una interfaz de Ethernet. Un REC únicamente conectado a una red de transporte de Ethernet necesita disponer de un oscilador altamente estable o de acceso a un receptor GPS.

Dos RECs que compartan un RE se pueden conectar con un cable dedicado adicional para garantizar que los mismos están sincronizados. Sin embargo, este planteamiento reduce la fiabilidad de la estación base debido al aumento de la probabilidad de una avería crítica (el cable adicional se puede romper) y hace que aumente el coste de la estación base. Resulta más ventajoso utilizar un cable ya presente en la estación base.

El documento CN 1874553 A muestra dos RECs que comparten un RE.

El documento DE 10 2006 019 475 A1 describe la sincronización entre un REC y un RE. Este documento no

describe o ni siquiera valora las cuestiones que surgen con la sincronización de por lo menos dos RECs que comparten un RE.

El documento WO 2006/040653 A describe un REC que presta servicio a dos o más REs.

A partir del documento WO 2008/022018 A, se conoce un conjunto de estaciones base conectadas a uno o más conmutadores de CPRI y, en el otro lado del conmutador, a múltiples unidades de entrada de radio. El conmutador está configurado de tal modo que puede asignar recursos de las estaciones base de manera que emplazamientos con tráfico elevado pueden usar los recursos de estaciones base infrautilizadas.

SUMARIO

La tecnología de esta solicitud soluciona estos problemas y alcanza los objetivos deseables descritos en la sección de antecedentes. Una estación base de radio distribuida incluye un primer nodo de controlador de equipos de radio (REC), un segundo nodo de controlador de equipos de radio (REC), y un nodo de equipo de radio (RE), para transmitir/recibir información a través de una interfaz de radio con uno o más terminales de radio. El primer nodo de REC y el segundo nodo de REC están separados físicamente con respecto al nodo de RE. El primer nodo de REC y/o el segundo nodo de REC están conectados al nodo de RE mediante un enlace de transmisión. A uno de los nodos de REC se le proporciona información de referencia de sincronización. La información de referencia de sincronización en dicho un nodo se compara con información de temporización recibida desde otro de los nodos de REC o de RE para generar una diferencia de temporización. La diferencia de temporización se usa para ajustar una unidad de temporización en el otro nodo.

En una aplicación de ejemplo, el primer nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un primer tipo de tecnología de comunicaciones por radio, y el segundo nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un segundo tipo diferente de tecnología de comunicaciones por radio. Alternativamente, ambos nodos de REC pueden estar configurados para funcionar de acuerdo con el mismo de tecnología de radio.

En realizaciones de ejemplo preferidas, una o más interfaces entre los nodos en la estación base de radio es una interfaz de CPRI. La información de referencia de sincronización puede incluir información de temporización, información de frecuencia, o ambas.

En una configuración de ejemplo, dicho un nodo es uno de los nodos de REC, la comparación se realiza en el nodo de RE o en uno de los nodos de REC, y el nodo de RE sincroniza su temporización con la información de referencia de sincronización recibida desde dicho un nodo. Alternativamente, los nodos de REC están conectados en cascada, y un nodo de REC traslada la diferencia de temporización al otro nodo de REC. En otra configuración de ejemplo, los nodos de REC están conectados en paralelo y un nodo de REC traslada la diferencia de temporización al otro nodo de REC o el nodo de RE traslada la diferencia de temporización al otro nodo de REC. Alternativamente, múltiples nodos de RE están conectados en cascada, y por lo menos un nodo de REC está conectado a cada nodo de RE.

El nodo de RE, por ejemplo, puede recibir información de temporización GPS, y la información de referencia de sincronización se basa en la información GPS recibida. Alternativamente, el nodo de REC puede recibir la información de referencia de sincronización desde una red de transporte.

Otra realización de ejemplo se refiere a un primer nodo de controlador de equipos de radio (REC) que incluye un controlador, una interfaz de enlace de comunicaciones de RE para comunicarse con un primer nodo de equipo de radio (RE), y una interfaz de enlace de comunicaciones de REC para comunicarse con un segundo nodo de controlador de equipos de radio (REC). El nodo de RE y el primer y el segundo nodos de REC forman conjuntamente una estación base de radio. El primer REC proporciona al segundo REC información de diferencia de temporización determinada entre información de referencia de sincronización e información de temporización recibida desde el segundo REC para lograr una sincronización de temporización entre el nodo de RE, el primer nodo de REC, y el segundo nodo de REC. En una implementación de ejemplo, no limitativa, de esta realización, un comparador de temporización conectado a una unidad de temporización en el primer REC compara la información de referencia de sincronización con información de temporización recibida desde el segundo REC para generar la diferencia de temporización y proporciona la información de diferencia de temporización al segundo REC a través de la interfaz de enlace de comunicaciones de REC. El primer nodo de REC puede recibir la información de referencia de sincronización desde el nodo de RE o desde una fuente de temporización externa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de una estación base de radio distribuida, con múltiples RECs que tienen varias configuraciones y opciones de sincronización potenciales; la Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar los RECs y RE(s) en una estación base de radio distribuida; la Figura 3 es otro diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de una estación base de radio

distribuida, con múltiples RECs y múltiples REc que tienen varias configuraciones y opciones de sincronización potenciales;

la Figura 4 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de una estación base de radio distribuida basada en la CPRI;

la Figura 5 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativa, de una estación base de radio distribuida basada en la CPRI, que tiene múltiples RECs;

las Figuras 6 a 13 ilustran varias configuraciones de estaciones base de radio distribuidas, de ejemplo, no limitativas, que se pueden usar para sincronizar múltiples RECs con uno o más REs;

la Figura 14 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de un bloque de sincronización basado en la CPRI, de un RE;

la Figura 15 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de un bloque de sincronización basado en la CPRI, de un REC;

la Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar un REC y un RE en un sistema basado en una CPRI;

la Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar un primer REC y un segundo REC en un sistema basado en una CPRI; y

la Figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar RECs y un RE en un sistema basado en una CPRI, en donde el RE realiza la comparación de fase.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción, con fines explicativos y no limitativos, se exponen detalles específicos, tales como nodos, entidades funcionales, técnicas, protocolos, normativas, etcétera, particulares, con el fin de proporcionar una interpretación de la tecnología descrita. Por ejemplo, algunas realizaciones de ejemplo usan un sistema basado en una CPRI. Sin embargo, la tecnología no se limita a sistemas basados en CPRI. En otros casos, se omiten descripciones detalladas de métodos, dispositivos, técnicas, etcétera, bien conocidos, con el fin de no entorpecer la descripción con detalles innecesarios. En las figuras se muestran bloques de función individuales. Aquellos expertos en la materia apreciarán que las funciones de dichos bloques se pueden implementar usando circuitos de hardware individuales, usando programas de software y datos conjuntamente con un microprocesador programado de manera adecuada o un ordenador de propósito general, usando circuitería integrada de aplicación específica (ASIC), matrices lógicas programables, y/o usando uno o más procesadores de señales digitales (DSPs).

La Figura 1 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de una estación base 10 de radio distribuida, con múltiples RECs 12 y 14 y por lo menos un RE 16, que tiene varias configuraciones y opciones de sincronización potenciales. El REC1 12 incluye una unidad de comunicaciones 26 que presta servicio a la interfaz I/F1 con el RE 12. En función de la configuración de la estación base, el REC1 12 también se puede comunicar directamente con el REC2 14 a través de su propia interfaz I/F2 (mostrada en forma de una línea de trazos para indicar que es opcional en función de la configuración). Un controlador 22 controla el funcionamiento global del REC12, y la unidad de temporización 24 es responsable de generar la temporización para el REC1 y de garantizar que el REC1 logra la sincronización y permanece sincronizado con la temporización para la estación base 10. Un comparador 25 en la unidad de temporización 24 (mostrado con líneas de trazos puesto que su uso depende de la configuración de la estación base) se puede usar para comparar otra información de temporización de REC con información de temporización de referencia de sincronización, externa, con el fin de determinar una diferencia de temporización. La información de temporización de referencia de sincronización se puede proporcionar directamente al REC1 tal como se muestra a través de una línea de trazos desde el bloque 18 ó desde el RE que recibe información de temporización de referencia de sincronización, externa, a través de una línea de trazos desde el bloque 20. Dicha diferencia se proporciona a por lo menos un REC, en este caso REC2, o bien directamente a través de la I/F3 ó bien por medio del RE a través de la I/F2, en donde dicha diferencia se usa para controlar (por ejemplo, ajustar) la propia unidad de temporización del REC. De modo similar, el REC2 14 incluye un controlador 28, una unidad 30 de temporización, un comparador opcional 31, y una unidad 32 de comunicaciones.

El RE 16 incluye una unidad 34 de comunicaciones que presta servicio a la interfaz I/F1 con por lo menos un REC1 12. En función de la configuración de la estación base, el RE 16 también se puede comunicar directamente con el REC2 14 a través de su propia interfaz I/F2 (mostrada como una línea de trazos para indicar que es opcional en función de la configuración). Un controlador 36 controla el funcionamiento global del RE 16, y la unidad 38 de temporización es responsable de generar la temporización para el RE y de garantizar que el RE logra la sincronización y permanece sincronizado con la temporización para los RECs y cualesquiera otros REs en la estación base 10. Un comparador 39 en la unidad 38 de temporización (mostrado con líneas de trazos puesto que su uso depende de la configuración de la estación base) se puede usar para comparar información de temporización del REC con información de temporización de referencia de sincronización, externa, con el fin de determinar una diferencia de temporización. La información de temporización de referencia de sincronización se puede proporcionar directamente al RE tal como se muestra a través de una línea de trazos desde el bloque 20 ó desde uno de los RECs que recibe información de temporización de referencia de sincronización, externa, a través de una línea de trazos desde el bloque 18. Dicha diferencia se proporciona a por lo menos un REC, o bien directamente a través de la I/F1 ó la I/F2 ó bien a través de otro REC en caso de que exista una interfaz REC-REC como la I/F3, en donde

dicha diferencia se usa para controlar (por ejemplo, ajustar) la propia unidad de temporización del REC.

La Figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar los RECs y RE(s) en una estación base de radio distribuida. Una estación base de radio distribuida está provista de dos o más RECs acoplados a por lo menos un RE (etapa S1). La información de referencia de sincronización se proporciona a uno de los nodos de REC o de RE (etapa S2). La referencia de sincronización se compara con información de temporización recibida desde otro de los nodos de REC o de RE para generar una referencia de temporización (etapa S3). A continuación, la diferencia de temporización se usa para ajustar la unidad de temporización en el otro nodo de REC en la estación base de radio con el fin de lograr una sincronización de temporización entre el RE y los múltiples nodos de REC (etapa S4).

La Figura 3 es otro diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de una estación base de radio distribuida con múltiples RECs y múltiples REs que tienen varias configuraciones y opciones de sincronización potenciales. La estación base 50 de radio se comunica con terminales de radio a través de una interfaz por medio de una o más antenas. La estación base se comunica también con otro(s) nodo(s) de red a través de interfaz(es) adecuada(s). Aunque las realizaciones de ejemplo muestran dos nodos de REC acoplados a un nodo de RE, a un nodo de RE se pueden acoplar más de dos nodos de REC. En la Figura 3, N nodos de REC etiquetados como 52, 54, y 56 se acoplan a un primer nodo 58 de RE. Estos N nodos de REC se pueden acoplar al primer nodo 58 de RE en paralelo a través de interfaces directas correspondientes 62, 64, y 68, respectivamente. Alternativamente, los N RECs se pueden conectar en una configuración de cascada y pueden comunicarse con el primer RE 58 a través de interfaces REC-REC 70 y 72. Estas interfaces entre RECs permiten la transferencia de información de temporización a lo largo de la cadena en cascada de RECs. Preferentemente, cualquier ajuste de temporización se compensa en cuanto a retardos de propagación en la estación base, es decir, la cantidad de tiempo que tarda la señal de sincronización en propagarse desde la unidad de temporización de REC al punto de medición. La estación base 50 también pueden incluir múltiples nodos de RE. Los dos nodos 58 y 60 de RE se comunican a través de una interfaz de RE-RE 70. El segundo nodo de RE también puede tener una conexión directa con uno o más de los RECs. En este ejemplo, se muestra una conexión representativa entre el RE 60 y el REC 54 a través de la interfaz 66.

La Figura 4 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de una estación base 80 de radio distribuida, basada en una CPRI. Se muestran tres REs 84 (RE1, RE2 y RE3) acoplados a un REC 82, los cuales se comunican con el REC 82 a través de interfaces de CPRI respectivas. Cada RE incluye una parte analógica 88 y una parte digital 86. La parte analógica incluye circuitería de transmisión/recepción de radio, amplificadores, filtros, etcétera. La parte digital 86 incluye varios bloques funcionales. Un bloque 92 de interfaz de CPRI orquesta la recepción y transmisión en el formato apropiado, con la temporización apropiada, a través de la interfaz de CPRI, recupera el reloj de interfaz de CPRI (para la regeneración de frecuencias en el RE), detecta el número de Número de Trama de estación base (BFN) y el inicio de trama. El bloque 96 de generación de sincronización genera señales de reloj que son coherentes en cuanto a fase con los relojes de REC (incluyendo el BFN y el inicio de trama) sobre la base de la entrada del reloj 92 de interfaz de CPRI e información sobre el retardo de propagación de la CPRI. El bloque 94 de radio digital realiza varias funciones de procesamiento de la señal como el filtrado y el recorte de canales. La CPU 90 controla el funcionamiento del RE 88.

El REC 82 incluye una parte 100 de procesamiento de señal digital (DSP) para llevar a cabo la gestión del tráfico y una parte 10 de plataforma que incluye varios bloques funcionales. Un bloque 106 de interfaz de CPRI recibe y transmite la información de interfaz de CPRI usando el formato de CPRI. El bloque 110 de generación de sincronización genera los relojes necesarios de tiempo y frecuencia en la estación base de radio basándose en las referencias proporcionadas de tiempo y/o frecuencia. El bloque 108 de interfaz de transporte (TN) recibe y transmite señales hacia la interfaz de red de transporte con el fin de proporcionar conectividad a la red central. La interfaz 108 de TN extrae también relojes recibidos de la interfaz de red de transporte y otras referencias de sincronización basadas en el transporte, tales como NTP. Estas referencias de sincronización se reenvían al bloque de generación de sincronización y se pueden usar como referencias para los relojes de la estación base. La CPU 104 controla el funcionamiento del REC 82.

El REC 82 y los REs 84 se conectan a través de una interfaz de CPRI. El bloque 110 de generación de sincronización del REC genera el tiempo y la frecuencia de la CPRI, y el RE regenera el tiempo y la frecuencia de la CPRI en su bloque 96 de sincronización. La frecuencia se regenera para proporcionar una frecuencia estable para la generación de la portadora de RF. El tiempo se regenera para realizar mediciones de tiempo entre referencias de temporización entrantes. El REC basa su sincronización de tiempo y frecuencia de la CPRI en referencias de tiempo y frecuencia de la red de transporte o de señales GPS. Al REC pueden conectarse uno o más receptores GPS.

Una característica de la CPRI es que permite la conexión en cascada de REs. En dicha configuración, la referencia de tiempo se reenvía desde un RE al siguiente. La tecnología descrita en esta solicitud se puede aplicar a cualquier RE en una cadena en cascada.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de una estación base 120 de radio de múltiples RECs, basada en una CPRI, que tiene dos RECs 82 (se podrían usar más RECs) acoplados a un RE 84.

En esta configuración, uno de los RECs tiene acceso a una referencia de sincronización externa. Uno de los RECs podría ser, por ejemplo, un REC1 WCDMA y el otro un REC2 LTE, en donde el REC1 WCDMA tiene acceso a un reloj de bits de red de transporte STM-1 como referencia de sincronización externa. A través de sus interfaces de CPRI respectivas, ambos RECs proporcionan información de tiempo y de frecuencia al RE. Al RE se le informa de que el REC1 es el dispositivo maestro de sincronización, y el RE usa la interfaz de CPRI hacia el REC1 como referencia para su bloque 96 de sincronización. El RE únicamente mide información de temporización sobre la otra interfaz de REC2/CPRI. En esta realización de ejemplo, no limitativa, un comparador de fase en el RE compara la información de temporización recibida a través de dichas dos interfaces de CPRI para determinar una diferencia entre las referencias. La diferencia de tiempo medida es enviada por el RE al REC2 esclavo sobre un enlace de control y gestión (C&M) proporcionado por la interfaz de CPRI. A continuación, el REC2 puede adoptar el tiempo y la frecuencia del REC1 maestro que tiene la referencia de sincronización externa con el resultado de que el RE, el REC1 y el REC2 quedan todos ellos sincronizados.

Puesto que la comparación de fase se realiza en el RE y los dos RECs se comunican con el mismo RE, los mismos se pueden sincronizar fácilmente. En comparación con el uso de una interfaz de sincronización independiente entre los dos RECs, este planteamiento de sincronización reduce la probabilidad de una avería crítica en el cableado adicional según se ha descrito en la sección de antecedentes. Otra ventaja de esta realización de ejemplo es que tanto los RECs como el RE tienen las mismas funciones en una RBS de un solo REC y una RBS de múltiples RECs. Los RECs generan de manera consistente la información de sincronización de CPRI, y el RE la regenera de manera consistente.

Las Figuras 6 a 13 ilustran varias configuraciones de estaciones base de radio distribuidas, de ejemplo, no limitativas, que se pueden usar para sincronizar múltiples RECs con uno o más REs. Estas configuraciones se pueden usar para cualquier estación base distribuida que use múltiples RECs incluyendo, aunque sin limitaciones, implementaciones de CPRI. La configuración usada depende de la disponibilidad de las interfaces y del soporte de redundancia. La Figura 6 muestra de forma genérica la configuración ya descrita en un contexto específico de CPRI de la Figura 5.

En la Figura 7, con el RE se comunica por interfaz solamente un REC1, el REC1 y el REC2 están conectados en cascada, y la referencia de sincronización la proporciona el REC1 maestro. La determinación de la diferencia de fase/temporización (la localización de dicha determinación se indica mediante un asterisco) se puede realizar mediante la comunicación por interfaz del REC1 con el RE. El REC2 proporciona su información de temporización al REC1, el REC1 compara dicha información de tiempo recibida desde el REC2 con la referencia de sincronización, y envía la diferencia de vuelta al REC2. A continuación, el bloque de temporización del REC2 ajusta su temporización basándose en dicha diferencia de manera que el RE, el REC1, y el REC2 quedan sincronizados. El asterisco en REC2 significa que, en una configuración alternativa, el REC2 puede determinar su diferencia de temporización basándose en la referencia de temporización con respecto al REC1 y puede ajustar su temporización para sincronizarse con la correspondiente del REC1. En ambas variantes, el REC1 proporciona la información de referencia de temporización al RE. El retardo de propagación de la CPRI entre REC1 y REC2 se puede medir mediante cualquiera (o ambos) de entre REC1 y REC2. Un método de ejemplo, no limitativo, es el correspondiente descrito en la especificación de CPRI, actuando uno de los RECs como puerto maestro y actuando el otro REC como puerto esclavo.

La Figura 8 muestra una configuración en la que tanto el REC1 y el REC2 se comunican por interfaz con el RE y entre sí. La referencia de sincronización la proporciona el REC1 maestro. La determinación de la diferencia de fase/temporización la puede realizar el RE (indicado mediante un asterisco) tal como en la Figura 6. Además de las interfaces entre cada REC y el RE, la configuración contiene interfaces entre los RECs. La interfaz de REC-REC se puede usar si la interfaz entre uno de los RECs y el RE falla. Por ejemplo, si falla la interfaz desde el REC2 al RE, la configuración se convierte en la misma que la correspondiente de la Figura 7. Alternativamente, la determinación de la diferencia de fase/temporización (indicada mediante un asterisco) la puede realizar el REC2 de una manera similar a la descrita anteriormente para la Figura 7, con la diferencia de que la información de sincronización de temporización se envía directamente desde el REC2 al RE.

Las Figuras 9 a 11 muestran configuraciones en las que la referencia de temporización de sincronización se proporciona al RE en lugar de al REC1, y el RE realiza las comparaciones de fase/temporización. Esto significa que el RE realiza comparaciones de temporización tanto para el REC1 como para el REC2, y envía diferencias de temporización respectivas a ambos de modo que cada uno pueda sincronizar su temporización. Si en la estación base se usa un receptor GPS, resulta ventajoso proporcionar la referencia GPS al RE puesto que el receptor GPS está mejor situado para recibir señales de satélite GPS en o cerca del RE debido a que el mismo normalmente está situado en un mástil o torre en comparación con el REC que normalmente está situado en tierra. Esto permite implementaciones en las que el GPS está situado "a la sombra" del RE, y por lo tanto, que requieren una protección reducida o inexistente contra los rayos, de sus cables de señales en caso de que los mismos terminen en el RE. Además, proporciona una instalación estéticamente atractiva ya que no son visibles a simple vista ninguna antena GPS o cables de señales adicionales.

Un receptor GPS proporciona dos tipos de señales a la RBS: información en texto sin cifrar de hora-del-día y un impulso de hora-del-día que indica cuándo se aplica la información de texto sin cifrar. El impulso se envía una vez por segundo y por lo tanto se le denomina Impulso-Por-Segundo (PPS). El bloque de Sincronización del REC desea conocer la hora-del-día en relación con la referencia de tiempo de la RBS para “engancharse en fase” y “engancharse en frecuencia”. Con un receptor GPS conectado al RE, el RE muestrea la referencia de tiempo GPS y envía un mensaje en texto sin cifrar y el tiempo de sincronización muestreado (por ejemplo, un número de trama y fracción de una trama) a uno o más RECs sobre uno o más enlaces de C&M en función de la configuración.

En la Figura 9, únicamente el REC1 está acoplado al RE. El REC1 envía únicamente la información de temporización desde el REC1 al RE. El RE compara dicha información de temporización con la referencia y envía un mensaje de ajuste de temporización al REC1. El REC1 aplica los mensajes de ajuste de temporización y así llega a sincronizarse con la fuente de referencia externa. En esta configuración de ejemplo, el REC2 se muestra también con un asterisco, puesto que así el REC2 determina la diferencia de temporización de su reloj interno en comparación con señales de sincronización recibidas desde el REC1. Los bloques de temporización en REC1 y REC2 ajustan su temporización basándose en sus diferencias respectivas de manera que el RE, el REC1 y el REC2 están sincronizados.

Las configuraciones de las Figuras 10 y 11 son similares a la de la Figura 8 excepto que el RE recibe la referencia de temporización de sincronización. El RE recibe la información de temporización desde el REC1 y el REC2 y proporciona ajustes de temporización respectivos o bien a cada uno de ellos a través de su interfaz respectiva, o bien a solamente uno de los RECs de la Figura 10, que a continuación reenvía el ajuste de temporización del otro REC a través de la interfaz de REC1-REC2. Esta última opción no está disponible en la Figura 11.

La Figura 12 es similar a la Figura 7 aunque la referencia de temporización se proporciona a REC2 en lugar de REC1. Como consecuencia, REC1 envía su información de temporización a REC2, el cual realiza la comparación de fase y devuelve un ajuste de temporización al REC1. El REC1 ajusta su temporización para sincronizarse con REC2 y también reenvía la información de temporización al RE.

En la Figura 13 se muestra todavía otra configuración de múltiples REC. El REC1 está acoplado al RE1, y el REC2 está acoplado al RE2. El RE1 y el RE2 están acoplados a través de una interfaz adecuada. La información de referencia de temporización se proporciona al REC1. En esta configuración, el RE1 reenvía la información de temporización recibida desde su REC1 conectado, al otro RE. El otro RE2 mide la diferencia de tiempo con respecto a la referencia de temporización a partir de la interfaz de RE-RE en comparación con la información de temporización recibida de su REC2 conectado y envía información de ajuste basada en la diferencia de temporización al REC2. Típicamente, el RE conectado al REC que actúa como dispositivo maestro de sincronización reenvía la información de tiempo al otro RE, el cual engancha su PLL a dicha interfaz, y comunica diferencias de tiempo al REC que no actúa como dispositivo maestro de sincronización. Sin embargo, en general, la comparación de fase se puede realizar en el RE1 ó el RE2 con la información de temporización recibida desde REC respectivos, que es reenviada al RE maestro por el otro RE.

Una estación base de radio basada en una CPRI se puede sincronizar en el tiempo usando detectores de fase en un RE. El RE realiza mediciones relativas de frecuencia y tiempo entre los relojes regenerados de la CPRI y la referencia entrante, y envía dichas mediciones a uno o múltiples RECs como entrada para la generación de sincronización. En una sincronización basada en REs, la base de tiempo es preferentemente la misma para todos los REs, y por lo tanto, se genera a partir del REC.

La Figura 14 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de un bloque 96 de sincronización basado en una CPRI, de un RE. Una parte central del bloque 96 de sincronización es un Contador de Tramas Aéreas (AFC) 208, que es la fuente de temporización del RE. El Contador de Tramas Aéreas 208 es activado mediante impulsos de reloj por un bucle de enganche de fase (PLL) 210 que está enganchado con el reloj de bits recuperado de CPRI proporcionado por el REC que actúa como dispositivo maestro de sincronización. De esta manera, el AFC 208 está enganchado en frecuencia con el Contador de Tramas Aéreas del REC maestro. La fase del Contador de Tramas Aéreas 208 es controlada por la trama detectada en la CPRI recibida y se ajusta con el retardo de propagación de la CPRI, es decir, el tiempo de propagación desde la unidad 30 de temporización de REC a la unidad 38 de temporización de RE. El retardo de propagación lo mide el REC, es enviado al RE a través de un enlace de C&M, y a continuación se aplica al bloque 96 de sincronización por medio de la CPU 90 a través del bloque 200 de compensación de retardos de CPRI.

El valor del Contador de Tramas Aéreas 208 se puede almacenar en la recepción de una cualquiera de una serie de señales. Dichas señales incluyen un estroboscopio de tramas de interfaz CPRI entrantes del REC1 y el REC2, las cuales son detectadas por detectores respectivos 202 y 204, o una referencia de tiempo externa tal como un PPS GPS u otro detector 206 de referencias de temporización. La CPU 90 lee el valor muestreado de AFC y lo usa para controlar el Contador de Tramas Aéreas 208, por ejemplo, para engancharlo a una señal de referencia de temporización entrante de la interfaz de CPRI de un REC de referencia/maestro, y/o para medir la diferencia de fase o temporización entre la referencia de tiempo (por ejemplo, la señal GPS) y la información de temporización de uno

o más RECs que requieren sincronización. En esta última situación, la diferencia de temporización se proporciona a uno o más RECs para ajustar su bloque de sincronización.

La Figura 15 es un diagrama de bloques de función, de ejemplo, no limitativo, de un bloque 110 de sincronización basado en una CPRI, de un REC. Una parte central del bloque 110 de sincronización es el Contador de Tramas Aéreas (AFC) 254, que es la fuente de la temporización del REC. El Contador de Tramas Aéreas 254 puede ser activado por impulsos de reloj, por ejemplo, por un Oscilador de Cristal Controlado por Voltaje, montado en Horno (OVCXO) 256 (aunque se pueden usar otros relojes). Un algoritmo de sincronización en la CPU 104 controla el OVCXO 256 para generar la base de frecuencia para el REC y el Contador de Tramas Aéreas 254 para generar la base de tiempo del REC. El Contador de Tramas Aéreas 254 y el OVCXO 256 se usan para generar información de temporización y de frecuencia de interfaz de CPRI saliente, para el REC. Por ejemplo, el valor del Contador de Tramas Aéreas 254 se puede almacenar en la recepción de un estroboscopio de tramas de interfaz CPRI entrantes correspondiente a una temporización de referencia proporcionada a este REC, según detecte el detector 250 de tramas de CPRI, o una referencia de tiempo externa, tal como un PPS GPS u otro detector 252 de referencia. La CPU 104 lee el valor muestreado y lo usa para controlar el Contador de Tramas Aéreas 254 y el OVCXO 256. La CPU 104 también puede recibir valores de muestras correspondientes a través de un enlace de C&M desde un RE u otro REC, y aplicar los mismos en el algoritmo de control.

En las Figuras 16, 17 y 18 se muestran secuencias de ejemplo, no limitativas, que describen el comportamiento de las diversas unidades de RE y REC de acuerdo con las realizaciones basadas en CPRI, no limitativas, mostradas en las Figuras 14 y 15. La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar un REC y un RE en un sistema basado en CPRI. El diagrama de flujo se titula "Sincronización del REC por un RE" para indicar que el RE se está sincronizando con un REC que tiene una conexión directa con el RE, por ejemplo, el REC1 de la Figura 7. La unidad de temporización de REC (que genera información tanto de tiempo como de frecuencia) se inicia en la etapa S10. Las comunicaciones de interfaz de CPRI entre el RE y uno o más RECs se inician en la etapa S12. En la etapa S14, al RE le informa el REC que actúa como dispositivo maestro de sincronización sobre la distribución de información de sincronización para varios modos en la estación base de radio, es decir, qué REC(s) necesita(n) un ajuste de temporización y qué nodo recibe la información de referencia de sincronización. En este ejemplo, el RE proporciona la información de sincronización, en forma de un valor de muestra del contador de tramas aéreas (AFC), al REC que necesita el ajuste de temporización en la etapa S16. El REC realiza ajustes aproximados de temporización y frecuencia basándose en el valor de muestra del AFC recibido en la etapa S18. Esto proporcionará una sincronización aproximada de los nodos, y el REC puede comenzar a habilitar sus servicios, tales como configuración de las células de la red de radio, en la etapa S20. El REC continúa recibiendo valores de muestra del AFC desde el RE en la etapa S22 y los usa para ajustar la frecuencia de su oscilador 256 controlado por voltaje en la etapa S24.

La Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar un primer REC y un segundo REC en un sistema basado en una CPRI. El diagrama de flujo se titula "Sincronización del REC1 por el REC2" y se refiere a una situación en la que la comparación de temporización se realiza en el REC2 en lugar de en el RE, tal como en la Figura 9. Las etapas S30 y S32 son similares a las etapas S10 y S12 descritas en la Figura 16. En la etapa S34, el REC1 recibe un primer conjunto de muestras de AFC, correspondientes a información de ajuste de temporización, del REC2. A continuación, el REC1 realiza ajustes aproximados de tiempo y frecuencia (etapa S36), habilita servicios en el REC1 (etapa S38), recibe muestras del REC2 (etapa S40), y ajusta su VCXO (etapa S42), de manera similar a las etapas S18 a S24 según se ha descrito en la Figura 16.

La Figura 18 es un diagrama de flujo que ilustra procedimientos de ejemplo, no limitativos, para sincronizar RECs y un RE en un sistema basado en una CPRI, donde el RE realiza la comparación de fase/temporización y distribuye la diferencia de temporización a uno o ambos de los RECs para el ajuste de temporización. El diagrama de flujo describe posibles etapas que puede llevar a cabo el RE en la Figura 14. La interfaz de CPRI con cada uno de los RECs se inicia en la etapa S50, y el RE recibe información sobre la distribución de temporización de sincronización en la estación base en la etapa S52. El RE seleccionado engancha su contador de tramas aéreas y bucle de enganche de fase con la interfaz de CPRI del REC maestro. El RE mide una diferencia de temporización entre la referencia de temporización de sincronización del REC maestro y la información de temporización del REC seleccionado a sincronizar en la etapa S56. A continuación, el RE envía la diferencia de temporización hacia el REC seleccionado en la etapa S58. La diferencia de temporización la puede proporcionar o bien directamente el RE o bien a través de una conexión de interfaz en cascada con el otro REC acoplado al RE.

La tecnología descrita proporciona varias ventajas. En primer lugar, proporciona una solución económica y de alta disponibilidad para sincronizar múltiples RECs entre sí cuando se usa el mismo RE. En segundo lugar, la tecnología proporciona un despliegue económico de un receptor GPS, que únicamente necesita un cableado y una protección contra rayos mínimos. En tercer lugar, se puede trabajar con la conexión en cascada de RECs y REs. En cuarto lugar, el número de REs y RECs en cascada es escalable. En quinto lugar, un REC se puede sincronizar desde cualquier otro REC con capacidad similar in situ, lo cual significa que la tecnología se puede emigrar fácilmente a otros emplazamientos proveedores.

5 Aunque se han mostrado y descrito detalladamente varias realizaciones, las reivindicaciones no se limitan a ninguna realización o ejemplo particular. Nada de la descripción anterior debe interpretarse de manera que implique que cualquier elemento, etapa, intervalo, o función particular es esencial de tal modo que deba incluirse en el alcance de las reivindicaciones. El alcance de la materia objeto de la patente queda definido únicamente por las reivindicaciones. El ámbito de protección legal queda definido por el texto expuesto en las reivindicaciones permitidas y sus equivalentes. Todos los equivalentes estructurales y funcionales de los elementos de la realización preferida antes descrita que son conocidos para aquellos con conocimientos comunes en la materia se incorporan expresamente a la presente a título de referencia y se pretende que los mismos queden cubiertos por las presentes reivindicaciones. Por otra parte, no es necesario que un dispositivo o método afronte todos y cada uno de los problemas que pretende solucionar la presente invención, para que el mismo quede cubierto por las presentes reivindicaciones.

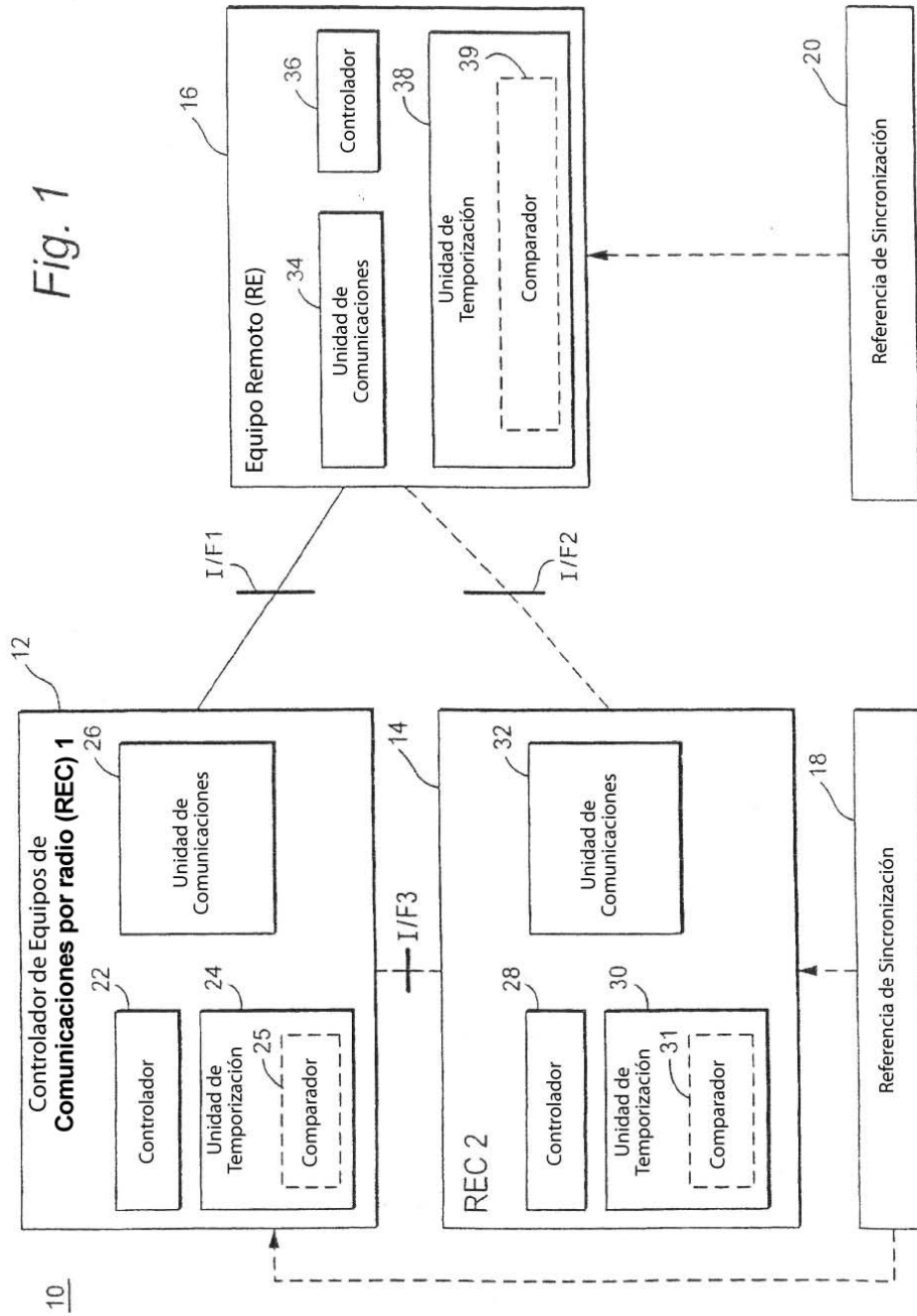
10

REIVINDICACIONES

1. Un método para hacer funcionar una estación base de radio que incluye un primer nodo (12) de controlador de equipos de radio, REC, un segundo nodo (14) de controlador de equipos de radio, REC, y un nodo (16) de equipo de radio, RE, para transmitir/recibir información a través de una interfaz de radio con uno o más terminales de radio, en donde el primer nodo de REC y el segundo nodo de REC son físicamente independientes con respecto al nodo de RE y el primer nodo de REC y/o el segundo nodo de REC están/está conectado(s) al nodo de RE por medio de un enlace de transmisión, **caracterizado por** proporcionar información de referencia de sincronización a uno del primer y el segundo nodos de REC (S2);
 5 comparar la información de referencia de sincronización con información de temporización de otro del primer y el segundo nodos de REC o de RE para generar una diferencia de temporización (S3); y
 10 usar la diferencia de temporización para ajustar una unidad de temporización en el otro del primer y segundo nodos de REC y de RE (S4) con el fin de lograr una sincronización de temporización entre el nodo de RE, el primer nodo de REC, y el segundo nodo de REC.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que el primer nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un primer tipo de tecnología de comunicaciones por radio y el segundo nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un segundo tipo diferente de tecnología de comunicaciones por radio.
- 20 3. El método de la reivindicación 1, en el que una o más interfaces entre los nodos en la estación base de radio es una interfaz de Interfaz de Radio Pública Común, CPRI.
- 25 4. El método de la reivindicación 1, en el que la comparación se realiza en el nodo de RE o en uno de los nodos de REC, y el nodo de RE sincroniza su temporización con la información de referencia de sincronización recibida desde dicho un nodo.
5. El método de la reivindicación 1, en el que los nodos de REC se conectan en cascada y un nodo de REC traslada la diferencia de temporización al otro nodo de REC.
- 30 6. El método de la reivindicación 1, en el que los nodos de REC se conectan en paralelo, y en el que un nodo de REC traslada la diferencia de temporización al otro nodo de REC o el nodo de RE traslada la diferencia de temporización al otro nodo de REC.
- 35 7. El método de la reivindicación 1, en el que múltiples nodos de RE se conectan en cascada, y en el que por lo menos un nodo de REC se conecta a cada nodo de RE.
8. El método de la reivindicación 1, en el que el nodo de RE recibe información de temporización GPS y la información de referencia de sincronización se basa en la información GPS recibida.
- 40 9. Una estación base (10) de radio, que comprende:
 un primer nodo (12) de controlador de equipos de radio, REC;
 un segundo nodo (14) de controlador de equipos de radio, REC;
 un nodo (16) de equipo de radio, RE, para transmitir/recibir información a través de una interfaz de radio con
 45 uno o más terminales de radio,
 siendo físicamente independientes el primer nodo de REC y el segundo nodo de REC con respecto al nodo de RE y estando conectados uno o ambos del primer nodo de REC y/o el segundo nodo de REC al nodo de RE por medio de un enlace de transmisión,
 caracterizada porque
 50 uno del primer y el segundo nodos de REC está dispuesto para recibir o generar información de referencia de sincronización, comparar la información de referencia de sincronización con información de temporización de otro de los nodos de REC o RE con el fin de generar una diferencia de temporización, y proporcionar la diferencia de temporización al otro de los nodos de REC y RE con el fin de lograr una sincronización de temporización entre el nodo de RE, el primer nodo de REC, y el segundo nodo de REC.
- 55 10. La estación base de radio de la reivindicación 9, en la que el primer nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un primer tipo de tecnología de comunicaciones por radio y el segundo nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un segundo tipo diferente de tecnología de comunicaciones por radio.
- 60 11. La estación base de radio de la reivindicación 9, en la que una o más interfaces entre los nodos en la estación base de radio es una interfaz de Interfaz de Radio Pública Común, CPRI.
- 65 12. La estación base de radio de la reivindicación 9, en la que la comparación se realiza en el nodo de RE o en uno de los nodos de REC, y el nodo de RE sincroniza su temporización con la información de referencia de sincronización recibida desde dicho un nodo.

13. La estación base de radio de la reivindicación 9, en la que los nodos de REC están conectados en cascada y un nodo de REC está dispuesto para trasladar la diferencia de temporización al otro REC.
- 5 14. La estación base de radio de la reivindicación 9, en la que los nodos de REC están conectados en paralelo, y en la que un nodo de REC está dispuesto para trasladar la diferencia de temporización al otro nodo de REC o el nodo de RE está dispuesto para trasladar la diferencia de temporización al otro nodo de REC.
- 10 15. La estación base de radio de la reivindicación 9, en la que múltiples nodos de RE están conectados en cascada, y en la que por lo menos un nodo de REC está conectado a cada nodo de RE.
16. La estación base de radio de la reivindicación 9, en la que el nodo de RE recibe información de temporización GPS y la información de referencia de sincronización se basa en la información GPS recibida.
- 15 17. Un primer nodo (12, 14) de controlador de equipos de radio, REC, que comprende:
- un controlador (22, 28);
 una interfaz (IF1, IF2) de enlace de comunicaciones de RE para comunicarse con un primer nodo (16) de equipo de radio, RE;
 20 una interfaz (26, 32) de enlace de comunicaciones de REC para comunicarse con un segundo nodo (14, 12) de controlador de equipos de radio, REC, donde el nodo de RE y el primer y el segundo nodos de REC forman conjuntamente una estación base de radio; y
 una unidad (24, 30) de temporización,
caracterizado porque
 25 el primer nodo de REC está configurado para proporcionar a los nodos segundo de REC y de RE información de diferencia de temporización determinada entre información de referencia de sincronización e información de temporización recibida desde el segundo nodo de REC con el fin de lograr una sincronización de temporización entre el nodo de RE, el primer nodo de REC, y el segundo nodo de REC.
- 30 18. El primer nodo de REC de la reivindicación 17, en el que el primer nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un primer tipo de tecnología de comunicaciones por radio y el segundo nodo de REC está configurado para funcionar de acuerdo con un segundo tipo diferente de tecnología de comunicaciones por radio.
- 35 19. El primer nodo de REC de la reivindicación 17, que comprende además:
- un comparador (25, 31) de temporización conectado a la unidad de temporización,
 en donde el comparador de temporización compara la información de referencia de sincronización con información de temporización recibida desde el segundo REC para generar la información de diferencia de temporización y proporciona la información de diferencia de temporización al segundo REC a través de la
 40 interfaz de enlace de comunicaciones de REC.
20. El primer nodo de REC de la reivindicación 17, en el que el primer nodo de REC está configurado para recibir a través de la interfaz de enlace de comunicaciones de RE la información de referencia de sincronización desde el nodo de RE y para proporcionar la información de diferencia de temporización al segundo REC a través de la
 45 interfaz de enlace de comunicaciones de REC.
21. El primer nodo de REC de la reivindicación 17, en el que el primer nodo de REC está configurado para recibir la información de referencia de sincronización desde una fuente de temporización externa.

Fig. 1



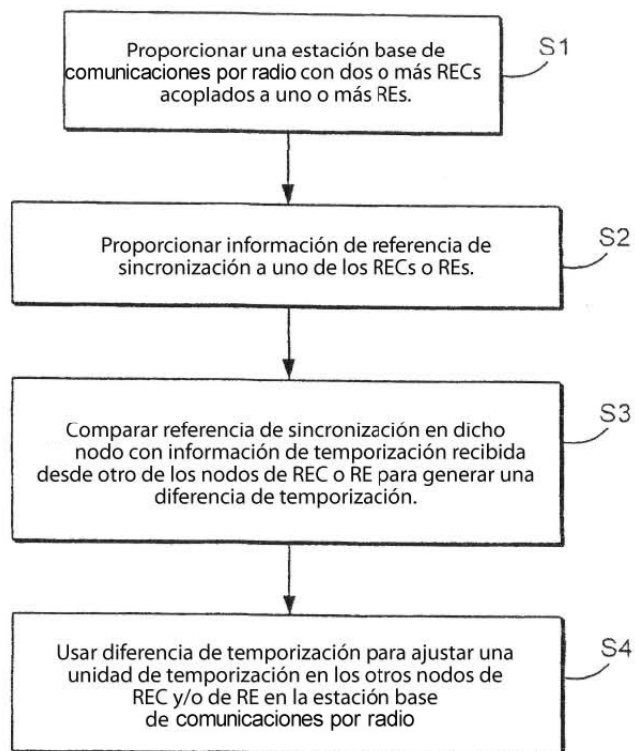


Fig. 2

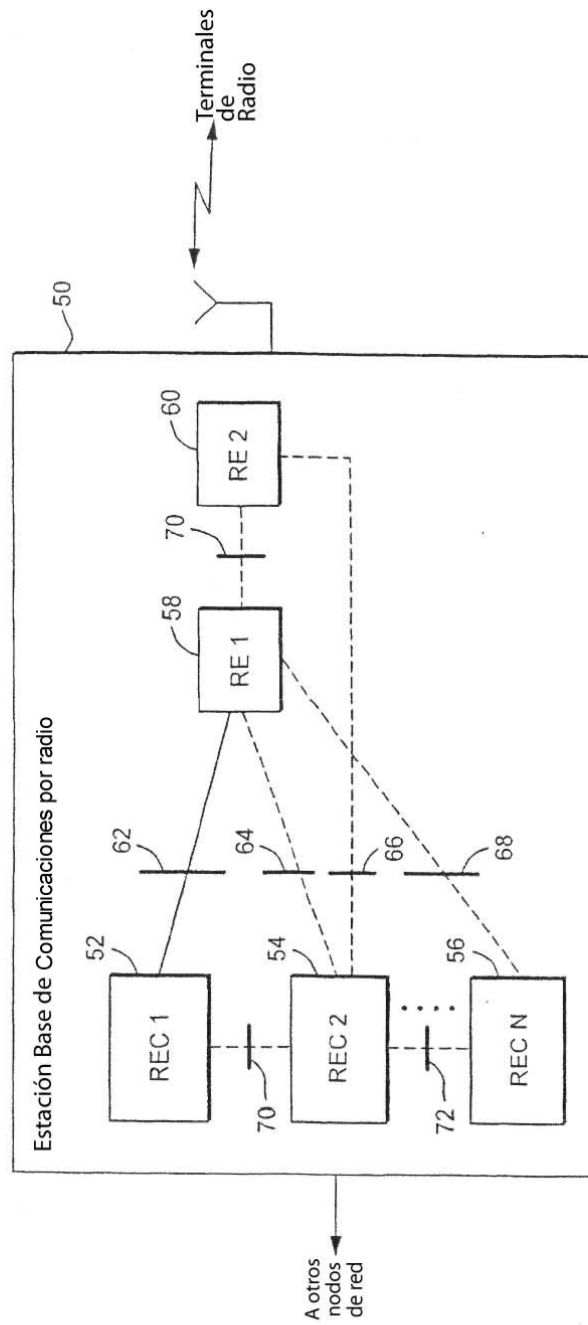


Fig. 3

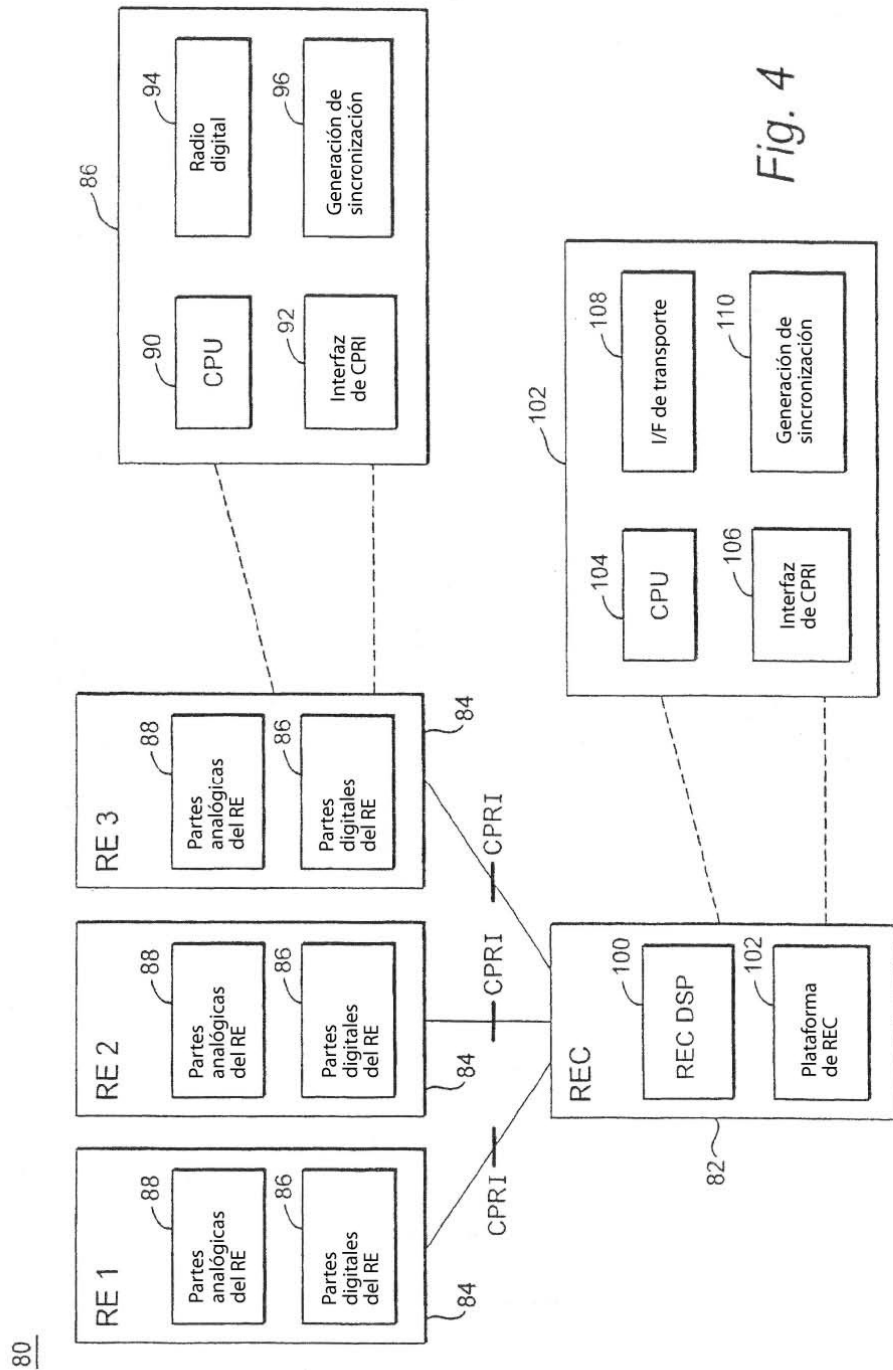


Fig. 4

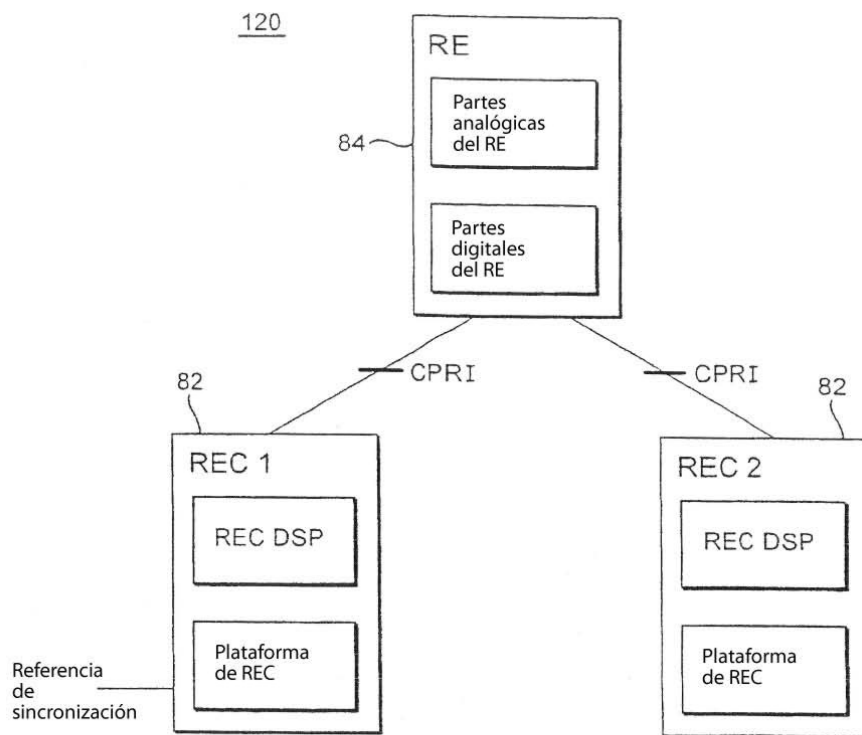


Fig. 5

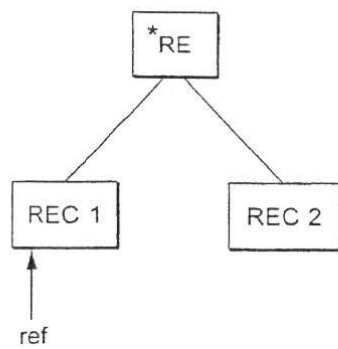


Fig. 6

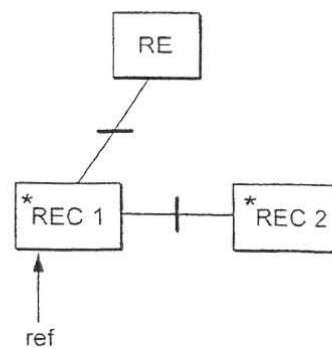


Fig. 7

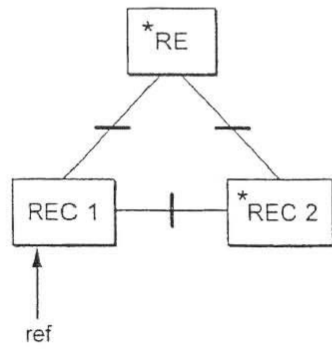


Fig. 8

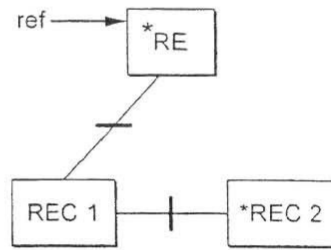


Fig. 9

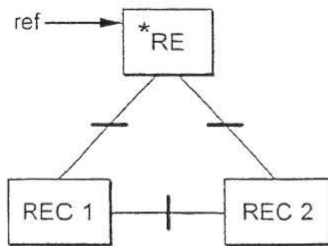


Fig. 10

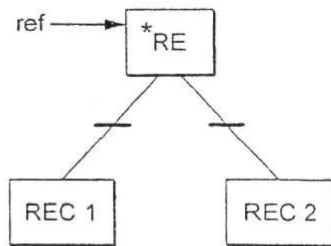


Fig. 11

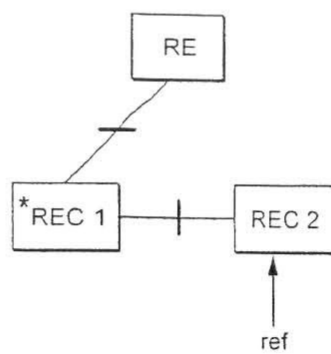


Fig. 12

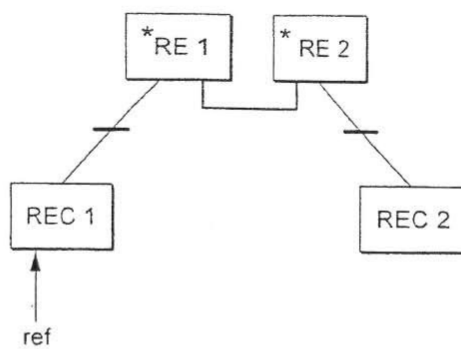
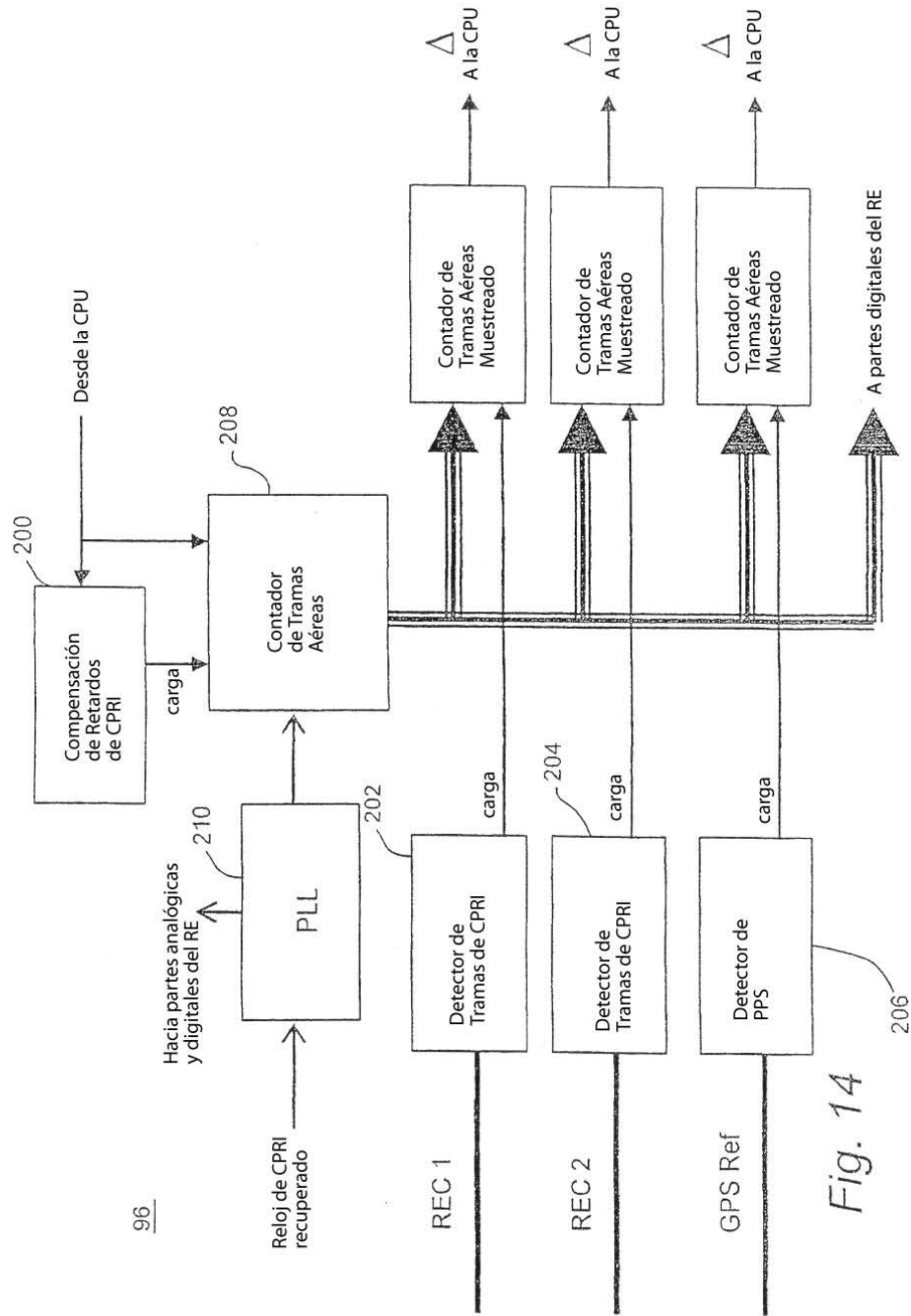


Fig. 13



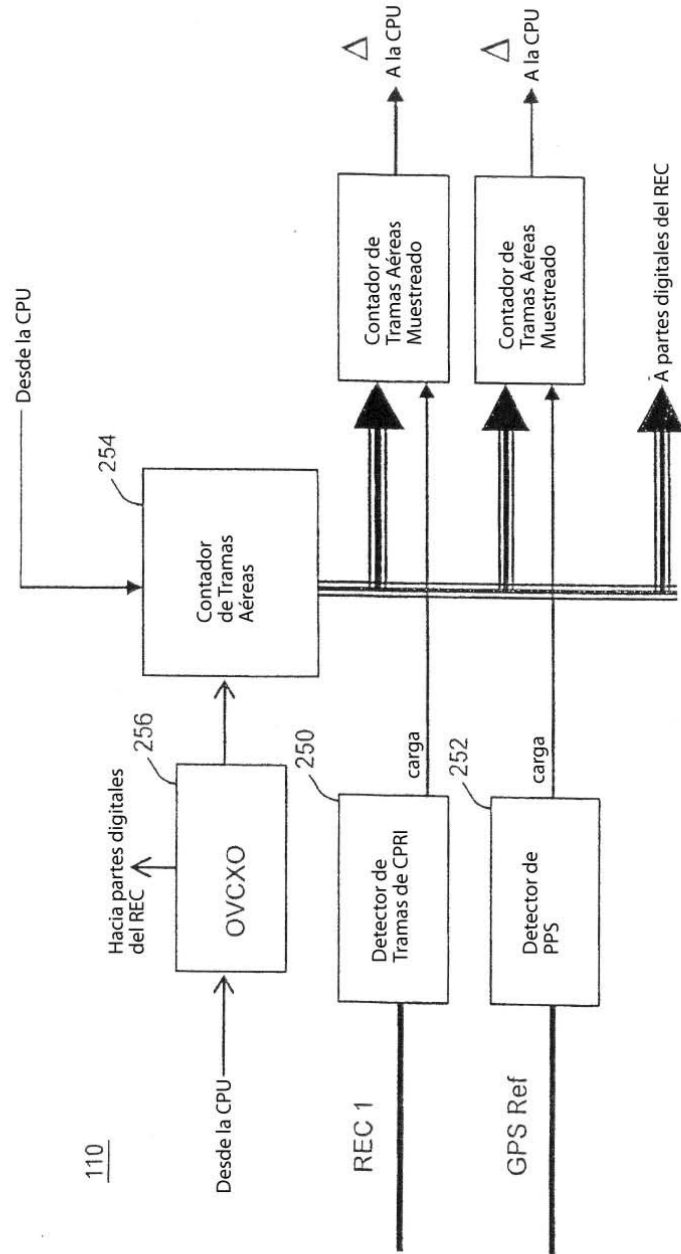


Fig. 15

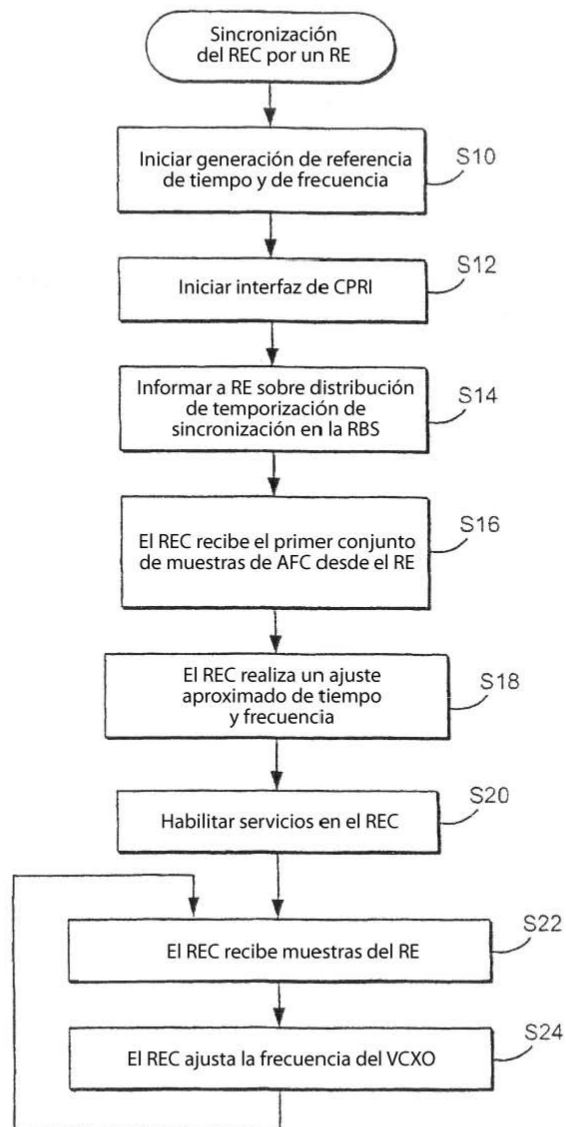


Fig. 16

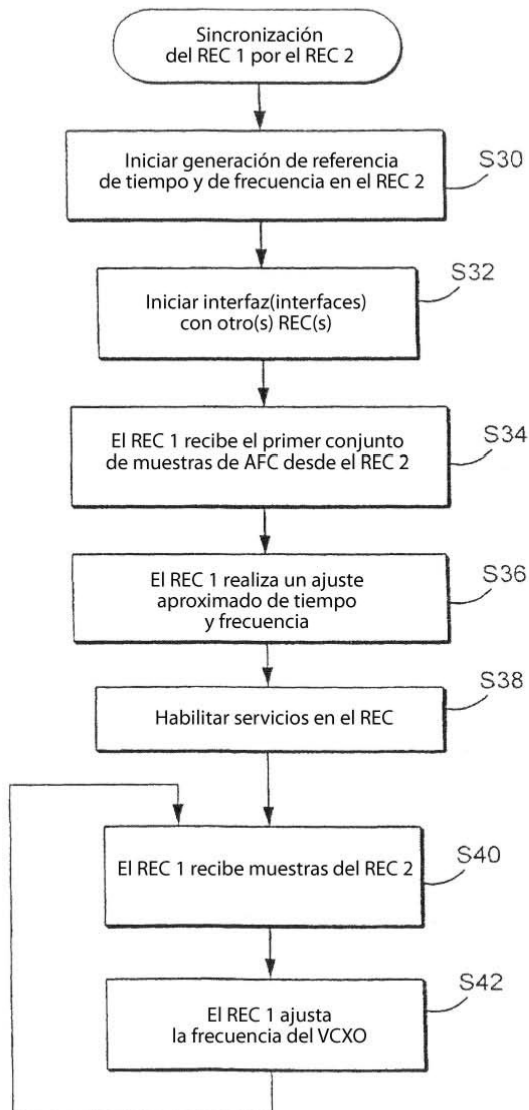


Fig. 17

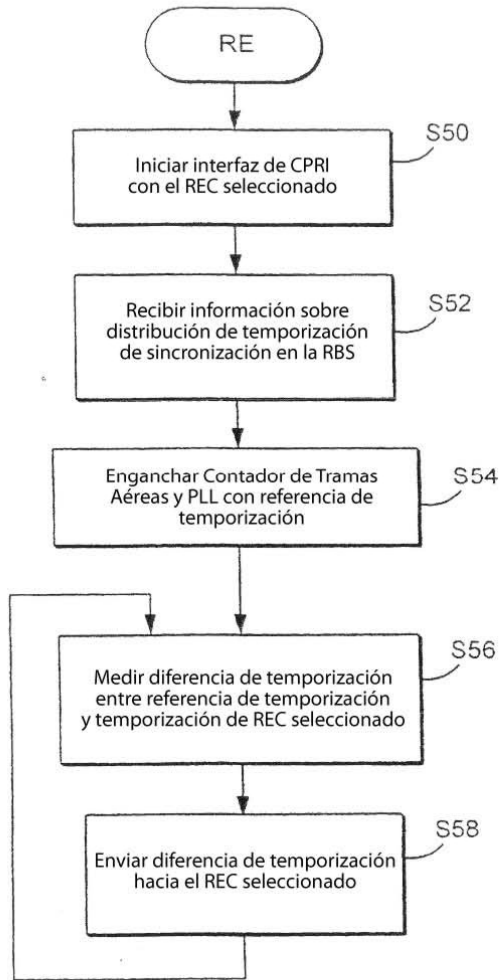


Fig. 18