

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 956**

51 Int. Cl.:

**H04J 3/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2013 PCT/IB2013/058764**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14049511**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2013 E 13801768 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016 EP 2901587**

54 Título: **Reloj maestro de paquetes conectable**

30 Prioridad:

**25.09.2012 US 201213625876**

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

**30.01.2017**

73 Titular/es:

**RAD DATA COMMUNICATIONS LTD. (100.0%)  
24 Raoul Wallenberg Street  
69719 Tel Aviv, IL**

72 Inventor/es:

**GEVA, ALON y  
STEIN, YAAKOV**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 598 956 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

Reloj maestro de paquetes conectable

5 **Solicitudes relacionadas**

La presente solicitud reivindica el beneficio bajo 35 U.S.C. § 120 de la solicitud US 13/625.876, presentada el 25 de septiembre de 2012.

10 **Campo técnico**

Las realizaciones de la invención se refieren a la distribución de temporización en las redes de paquetes conmutados.

15 **Antecedentes**

20 Las redes de comunicación modernas normalmente enlazan muchos tipos diferentes de terminales de comunicación móviles y/o fijos. Entre las redes de comunicación están las redes de retorno de teléfono celular conocidas y las redes de rejilla inteligentes menos familiares, que funcionan para controlar y distribuir la energía. Las redes pueden enlazar terminales de comunicación, tales como a modo de ejemplo, los teléfonos celulares, ordenadores y equipos de planta industrial habilitados para comunicación, y proporciona a los terminales de un creciente menú de servicios de voz, video y comunicación de datos.

25 Las redes funcionan para transportar la información de una a otra de sus respectivos terminales que utilizan señales que contienen información relevante para los servicios que proporcionan las redes. Al propagarse desde un terminal fuente a un terminal de destino de una red de comunicación dada, las señales se propagan generalmente a través de una pluralidad de nodos de red. En cada nodo se reciben las señales y luego, opcionalmente después del procesamiento en el nodo, se desvían hacia su destino. Típicamente, las redes son las redes de conmutación de paquetes (PSN) y la información propagada por las redes se empaqueta en paquetes configurados de acuerdo con una tecnología de paquetes adecuada, tal como el multiprotocolo de conmutación de etiquetas (MPLS), el protocolo de Internet (IP), y/o Ethernet.

35 Diversos servicios, como la telefonía celular y datos, cuando se transportan a través de redes de PSN, requieren para su funcionamiento adecuado que los dispositivos de la red PSN estén sincronizados con información de tiempo de alta precisión. La información de temporización comprende una frecuencia de referencia de alta precisión y/o la hora del día (ToD). La ToD define un año, mes, día, hora, minuto, segundo, y fracciones de segundo, con referencia a algún estándar, tales como el Tiempo Atómico Internacional (TAI) o el Tiempo Universal Coordinado (UTC). Un dispositivo de red en una red de PSN puede recibir información de temporización de varias fuentes y de acuerdo con diversos procedimientos de sincronización. Por ejemplo, un dispositivo de red en una PSN puede recibir información de temporización directamente de transmisiones del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), tales como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el GLONAS ruso, o las transmisiones por el satélite chino Beidou, o participando en un procedimiento "temporización sobre paquete" PSN, ejecutado de acuerdo con un protocolo de distribución de temporización de paquetes adecuado, donde un "reloj subordinado de paquetes" se sincroniza con un "reloj maestro de paquetes".

45 La temporización sobre paquetes se proporciona generalmente por un sistema de relojes que comprenden un único reloj de referencia referido como un "reloj gran maestro de paquetes" que se comunica y se sincroniza la hora con al menos un reloj subordinado de paquetes. El reloj gran maestro de paquetes recibe una referencia de frecuencia y un tiempo de día de referencia (ToD) de un reloj de referencia de alta precisión, tales como un reloj de referencia de tiempo primario (PRTC). Un PRTC puede proporcionar la referencia de frecuencia como un tren de impulsos isócrono, al se hace referencia como "impulsos de reloj", caracterizado por una frecuencia de repetición de impulsos precisa y estable (por ejemplo, 10 MHz). El PRTC puede proporcionar señales para determinar el ToD como una secuencia de impulsos estrechos que tienen una frecuencia de repetición en un pulso por segundo (1-PPS), con cada pulso acompañado por un código de tiempo que asocia el pulso con un año, mes, día, hora, minuto y segundo, que hace referencia a una norma como TAI o UTC. El PRTC puede comprender un reloj atómico de cesio o de rubidio altamente estable con el fin de mantener la frecuencia de alta precisión. Adicional o alternativamente, puede comprender un receptor de radio GNSS con el fin de recibir información del ToD precisa desde las transmisiones por satélite GNSS. La frecuencia de referencia proporcionada por un PRTC se requiere generalmente para tener una precisión mejor que 1 parte en  $10^{11}$  y el ToD preciso a  $\pm 100$  ns (nanosegundos) con respecto al UTC. El reloj maestro de paquetes varias veces, y por lo general a intervalos de tiempo regulares, sincroniza cada reloj subordinado de paquetes que responde a la frecuencia de referencia y el ToD que recibe del PRTC, en un proceso conocido como "distribución de temporización".

65 La distribución de temporización implica un reloj maestro de paquetes y un reloj subordinado de paquetes que intercambian una secuencia de temporización de paquetes configurada de acuerdo con los protocolos de comunicación de la red. Los protocolos comúnmente utilizados son Protocolo de Tiempo de Red (NTP), las

versiones de los cuales se definen en el RFC-1305 y RFC-5905, y el Protocolo de Tiempo de Precisión (PTP), las versiones de los cuales están definidas en el estándar IEEE-1588-2002 e IEEE-1588-2008 (a menudo denominado 1588-v2). Los paquetes de temporización comprenden información de tiempo, tales como "marcas de tiempo", que los registros de reloj subordinado de paquetes, y que definen tiempos en los que los paquetes de temporización egresan y/o ingresan al reloj maestro y/o al reloj subordinado. Al término de una operación, el reloj subordinado de paquetes tiene un registro que comprende un conjunto de marcas de tiempo que utiliza para sincronizarse con el reloj maestro de paquetes.

Típicamente, un reloj maestro de paquetes de un PSN distribuye la temporización a una pluralidad de relojes subordinados de paquetes, cada uno de los cuales se encuentra en un nodo diferente de una pluralidad de nodos de la red. Para proporcionar un grado suficiente de fiabilidad, el reloj maestro de paquetes puede comprender componentes redundantes, como una fuente de alimentación de reserva y circuitos de transmisión y de recepción de paquetes redundantes. Debido al coste del PRTC y el reloj maestro de paquetes, y con el fin de garantizar la coherencia, la red comprende generalmente un solo reloj maestro de paquetes conectado a la capa física de la red en un lugar central en la red.

Los paquetes que se propagan entre los mismos dos nodos en un PSN pueden experimentar diferentes tiempos de tránsito, referidos como retardos de propagación, en la propagación entre los dos nodos. Las variaciones en el retardo de propagación (variación del retardo de propagación-PDV) pueden resultar de variaciones en retrasos de cola en los elementos de red a lo largo de trayectorias en que viajan los paquetes entre los nodos y/o de los paquetes que viajan a lo largo de diferentes trayectorias entre los nodos. Una diferencia entre un retardo de propagación desde un primer nodo a un segundo nodo, y un retardo de propagación desde el segundo nodo al primer nodo se refiere como una asimetría de retardo. Una asimetría de retardo consistente puede ser resultado de que la trayectoria desde el segundo nodo al primer nodo no coincide con la trayectoria desde el primer nodo al segundo. Además de las causas de la asimetría de retardo y la PDV que resultan de la estructura lógica y el funcionamiento de la red PSN que se señaló anteriormente, la asimetría de retardo y la PDV también pueden ser generadas por los cambios en hardware físico comprendidos en la capa física que soporta el PSN. Tales cambios pueden comprender, por ejemplo, los cambios en conectores físicos, el cableado de fibra y/o de cobre, y/o circuitos de interfaz. Por ejemplo, asimetrías de retardo y la PDV de cientos de nanosegundos (dependiendo de la longitud del cable) pueden ser causadas por cambios ambientales que afectan a los conectores de cableado y de cable. En general, las asimetrías de retardo y de PDV pueden ser del orden de 10s o incluso 100s de milisegundos.

Las asimetrías de retardo y PDVs inherentes a una red PSN degradan la calidad de la sincronización recuperada por un reloj subordinado de paquetes usando la sincronización a través de protocolos de paquetes. Además, como el número de nodos en una red de PSN aumenta y un número de trayectorias de comunicación alternativas entre un reloj maestro y relojes subordinados aumenta, la dificultad, los gastos y la sobrecarga el ancho de banda producidos en la temporización de distribución de los relojes de la red aumenta.

El documento US 2011/0200051 divulga una red de conmutación de paquetes y una carcasa conectable de factor de forma reducido que puede comprender un reloj transparente o un reloj de límite.

## Sumario

Una realización de la invención se refiere a proporcionar un reloj maestro de paquetes alojado en una carcasa que se pueda conectar en una jaula compatible (SFP) de factor de forma pequeño convencional ubicada en, a modo de ejemplo, un interruptor de PSN, enrutador, o dispositivo final, que permite conectar el reloj maestro de paquetes a la PSN. Opcionalmente, el reloj maestro de paquetes distribuye la temporización de acuerdo con el protocolo IEEE 1588. Opcionalmente, el reloj maestro de paquetes comprende un receptor GNSS del que recibe la información de temporización. De aquí en adelante, un reloj maestro de paquetes de acuerdo con una realización de la invención puede ser referido como un reloj maestro de paquetes conectable (PPMC). Un PPMC mejora las funcionalidades de un dispositivo huésped donde está enchufado con todas las funciones de un reloj maestro de paquetes.

Una jaula compatible SFP se refiere a una toma configurada para recibir un módulo de comunicación pequeño tal como un módulo conectable de factor de forma pequeño (SFP), un módulo conectable de factor de forma pequeño mejorado (SFP+), un módulo de factor de forma conectable (XFP) 10G, un módulo conectable de factor de forma 100G (CFP), y un módulo de convertidores de interfaz Gigabit (GBIC), especificado por grupos de la industria en los acuerdos conocidos como "acuerdos de fuentes múltiples (MSA)". Los acuerdos de múltiples fuentes especifican características eléctricas, ópticas y físicas de los módulos y tomas, referidas como "jaulas", en las que se pueda conectar los módulos. "SFP" puede ser utilizado de forma genérica para hacer referencia a los módulos de comunicación y pequeñas jaulas que son compatibles con cualquiera de los acuerdos de MSA.

En una realización de la invención, un PPMC comprende un receptor GNSS que genera un ToD y una frecuencia de referencia que responde a señales recibidas de los satélites GNSS. El PPMC comprende un PRTC que recibe dichas señales GNSS y genera el ToD y la frecuencia de referencia, y un reloj maestro de paquetes al que proporciona la frecuencia de referencia y ToD recibidos. En lo que sigue usualmente nos referiremos a los satélites GNSS, transmisiones, y el receptor GNSS, como los satélites, los transmisores, y el receptor, sin limitarnos a un GNSS específico.

En una realización de la invención, cada uno de una pluralidad de elementos de red de una red de comunicación se proporciona con su propio PPMC, creando así una red que tiene una configuración dispersa de relojes maestros de paquetes, cada reloj maestro de paquetes manteniendo la sincronización con otros relojes maestros de paquetes en la red sin tener que recurrir a un protocolo de distribución de temporización. Estos PPMCs pueden luego distribuir la sincronización a elementos de redes cercanas, lo que resulta en una red con una pluralidad de relojes maestros de paquetes, en lugar de un único reloj gran maestro de paquetes ubicado centralmente.

Al proporcionar una pluralidad de elementos de red cada uno con su propia PPMC, de acuerdo con una realización de la invención, los nodos de extremo final que pueden requerir la sincronización exacta, están generalmente más cerca de lo que estarían en una red convencionalmente configurada para una fuente de información de tiempo precisa. Como resultado, la PDV y las asimetrías de retardo que pueden degradar la sincronización de los nodos de extremo final se reducen, y los extremos finales pueden beneficiarse de la mejora de la calidad de la sincronización y el funcionamiento de los servicios que dependen de una sincronización precisa con otros dispositivos de comunicación en la red. Además, los PPMCs distribuidos pueden reducir el ancho de banda dedicado a la distribución de la temporización.

La red también puede beneficiarse de la reducción de la sensibilidad a la degradación de la temporización resultante de la pérdida de la recepción de la línea de visión de las señales de los satélites GNSS. En un entorno urbano, la pérdida de la línea de visión a los satélites GNSS y la consiguiente pérdida de señales de temporización GNSS puede ser, por ejemplo, el resultado de enmascaramiento por edificios de gran altura. La pérdida de señales de temporización GNSS también puede resultar de la interferencia deliberada o no intencional.

Al proporcionar una pluralidad de los elementos de red con PPMCs independientes, la red puede comprender un número relativamente grande de relojes capaces de funcionar como PRTCs y relojes maestros de paquetes que están dispersos en el espacio. El gran número relativo y la dispersión espacial de los PPMCs reduce la probabilidad de que todos los PPMCs en la red vayan a sufrir simultáneamente una interrupción del GNSS y dejar la red sin un ToD y una frecuencia de referencia precisos. La disposición de un gran número de PPMCs espacialmente dispersos puede proporcionar a la red con una robustez sustancialmente mejorada en el mantenimiento de la calidad de temporización.

En la discusión, a menos que se indique lo contrario, los adjetivos tales como "sustancialmente" y "sobre" la modificación de una condición o relación característica de una característica o características de una realización de la invención, se entiende que significa que la condición o característica se define dentro de tolerancias que son aceptables para el funcionamiento de la realización de una aplicación para la que se planea.

Este sumario se proporciona para introducir una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen más adelante en la descripción detallada. Este sumario no tiene la intención de identificar características clave o características esenciales de la materia reivindicada, ni se destina a ser utilizado para limitar el alcance de la materia reivindicada.

#### Breve descripción de las figuras

Los ejemplos de realizaciones no limitativas de la invención se describen a continuación con referencia a las figuras adjuntas que se enumeran después de este párrafo. Estructuras, elementos o partes idénticas que aparecen en más de una figura generalmente están etiquetados con un mismo numeral en todas las figuras en las que aparecen y un numeral etiquetando un icono que representa una determinada característica en una figura se puede utilizar para hacer referencia a la función dada. Las dimensiones de los componentes y características mostradas en las figuras son elegidas por conveniencia y claridad de presentación y no se muestran necesariamente a escala.

- La figura 1A ilustra esquemáticamente un PPMC de acuerdo con una realización de la invención;
- La figura 1B ilustra esquemáticamente componentes que el PPMC muestra en la figura 1A de acuerdo con una realización de la invención;
- La figura 2 muestra esquemáticamente una red celular que comprende elementos que se sincronizan por PPMCs de acuerdo con una realización de la invención; y
- La figura 3 muestra esquemáticamente la red celular que se muestra en la figura 2, donde los elementos de la red están sincronizados por un reloj maestro de paquetes y relojes subordinados de paquetes convencionales.

#### Descripción detallada

La figura 1A muestra esquemáticamente un PPMC 20 de acuerdo con una realización de la invención. El PPMC 20 se encuentra en una carcasa conectable de factor de forma pequeño 22 adecuado para su inserción en una jaula SFP estándar. Opcionalmente, la carcasa 22 comprende conectores de entrada 24 y 26, que pueden ser conectores BNC, para la conexión de una antena GNSS 30 y una fuente de frecuencia de referencia externa 40, respectivamente, a los circuitos internos del PPMC.

La figura 1B muestra un diagrama de bloques esquemático de los componentes del circuito comprendidos en el PPMC 20, de acuerdo con una realización de la invención. El PPMC tiene opcionalmente un PRTC, 49 que comprende un receptor GNSS 50 que incluye un extremo frontal RF 51 para recibir las transmisiones de los satélites GNSS, y un procesador GNSS 52. El procesador GNSS 52 procesa las transmisiones recibidas por el extremo frontal 51 para recuperar un ToD, señalado como  $t^*$  en la figura 1B, y una frecuencia de referencia prospectiva,  $f^*(1)$ , a partir de las señales de satélite GNSS.

En una realización de la invención, el receptor GNSS 50 transmite  $t^*$  a un módulo de reloj maestro de paquetes 60 y, opcionalmente, transmite la frecuencia de referencia prospectiva  $f^*(1)$  a un selector de frecuencia de referencia 70 que también recibe señales de frecuencia prospectiva  $f^*(2)$ ,  $f^*(3)$  y  $f^*(4)$ . La frecuencia de referencia prospectiva  $f^*(2)$  es generada por la fuente de frecuencia de referencia externa 40 (figura 1A). La frecuencia de referencia prospectiva  $f^*(4)$  es generada por un oscilador local 72, tal como un oscilador de cuarzo o un reloj atómico en miniatura, internamente alojado en la carcasa 22 y, opcionalmente comprendido en PRTC 49. La frecuencia de referencia prospectiva  $f^*(3)$  se recupera por un "extractor de reloj" 74, opcionalmente comprendido en PRTC 49, a partir de la velocidad de datos física de señales que PPMC 20 recibe de un plano posterior de un elemento de red PSN (no mostrado) donde se está enchufado. El PPMC 20 está conectado a la placa de circuitos mediante puertos de transmisión y recepción 81 y 82, respectivamente, cuando el PPMC está conectado a una jaula SFP del elemento de red. El selector de frecuencia de referencia 70 determina una señal frecuencia de referencia  $f^*$  que responde a las posibles frecuencias de referencia  $f^*(1)$ ,  $f^*(2)$ ,  $f^*(3)$ , y  $f^*(4)$ . Un selector de frecuencia de referencia 70 transmite la frecuencia de referencia  $f^*$  al módulo de reloj maestro de paquetes 60 para su uso en la distribución de la sincronización a través de puerto de transmisión 81 a la PSN y de allí a los relojes subordinados de paquetes conectados a la PSN.

Se observa que mientras que en la descripción anterior se genera un ToD en respuesta a una transmisión GNSS, un PPMC, tal como un PPMC 20, de acuerdo con una realización de la invención puede generar y/o recibir una pluralidad de ToDs prospectivos y comprender un selector de ToD que selecciona un ToD de referencia de entre la pluralidad de ToDs de referencia posibles. Por ejemplo, el selector ToD puede recibir un ToD prospectivo generado por el procesador 52 y un ToD prospectivo adicional a través de un puerto de recepción adecuada de una fuente independiente, tal como un receptor GNSS externo o un PRTC externo.

Se observa además que mientras que el PRTC 49 determina una frecuencia de referencia desde una pluralidad de cuatro frecuencias de referencia, un PPMC de acuerdo con una realización de la invención puede determinar una frecuencia de referencia a partir de un número de frecuencias posibles diferente de cuatro. Opcionalmente, el PPMC comprende un PRTC que no determina una frecuencia de referencia a partir de una pluralidad de frecuencias de referencia potenciales, pero proporciona una frecuencia de referencia que es siempre ya sea  $f^*(1)$ ,  $f^*(2)$ ,  $f^*(3)$ , o  $f^*(4)$ .

La figura 2 muestra esquemáticamente los PPMCs 20 desplegados para proporcionar una temporización durante una PSN 100, de acuerdo con una realización de la invención. La red PSN 100 se asume, a modo de ejemplo, que es una red de retorno de telefonía celular que comprende una pluralidad de cuatro redes de acceso 121, 122, 123, y 124, que conectan a los abonados a una red de agregación 101. La red de agregación 101 conecta las redes de acceso a una red central de teléfono celular (no mostrado). Cada red de acceso puede comprender una pluralidad de estaciones base 140.

La red de agregación 101 comprende una pluralidad de interruptores y/o enrutadores 102, en lo sucesivo genéricamente referidos como enrutadores de agregación 102, conectados entre sí por enlaces de comunicación 103, que pueden, a modo de ejemplo, ser proporcionados por, fibras ópticas, cables de cobre, y/o enlaces de microondas, y conectores adecuados. Los enrutadores de agregación 102 transmiten y reciben voz, vídeo y paquetes de comunicación de datos a través de canales de comunicación entre una pluralidad de dispositivos de borde 106, que pueden ser enrutadores o interruptores, que interconectan las redes de acceso 121, ..., 124 con la red de agregación 101. Los dispositivos de borde 106 y enrutadores de agregación 102 comprenden generalmente una pluralidad de jaulas SFP (no mostradas) para la conexión de dispositivos de borde 106 y enrutadores 102 a la red 100.

Cada red de acceso 121, ..., 124 puede comprender una pluralidad de estaciones base 140 cada una de las cuales transmite y recibe señales inalámbricas a frecuencias portadoras de la frecuencia de radio definida con precisión (RF) hacia y desde el equipo de usuario (UE) (que no se muestra) en un área geográfica limitada conocida como una "célula" de la red. Las señales inalámbricas transportar voz, vídeo y/o datos hacia y desde los UE, que pueden ser los teléfonos celulares, ordenadores portátiles configurados con acceso celular, tabletas, lectores de libros electrónicos, etc. Las estaciones de base 140 en una red de acceso dada 121, ..., 124, están conectados a un dispositivo de borde asociado 106 que interconecta la red de acceso dada a la agregación de la red 101 por una configuración de enlaces de comunicación 103.

Cada estación de base 140 comprende o tiene acceso a su propio reloj "local" 141 que proporciona señales de reloj de frecuencia y ToD en referencia a las operaciones de estación de base. Para el transporte de paquetes de comunicación y proporcionar servicios de red a una calidad de servicio aceptable, estando todos los relojes de estación de base 141 comprendidas en las redes de acceso 121, ..., 124 de red de telefonía celular 100 por lo

general tienen que ser sincronizados a sustancialmente una misma frecuencia de referencia, y en muchos casos a un ToD que coincide sustancialmente con el UTC.

5 En una realización de la invención, un PPMC 20 está conectado a una jaula SFP (no se muestra) de cada dispositivo de borde 106. Cada PPMC 20 proporciona directamente el dispositivo de borde 106 donde está conectado con sustancialmente una misma frecuencia de referencia  $f^*$ , y con ToD  $t^*$ , que coincide sustancialmente con el tiempo UTC, que responde a las transmisiones por satélite GNSS. Como resultado, los dispositivos de borde 106 en la red de agregación 101 se pueden mantener sincronizados sustancialmente el uno al otro de acuerdo con una realización de la invención sin, en general, la transmisión de paquetes de temporización a través de enlaces que conectan los enrutadores de borde a la red de agregación 101. La red de agregación 101 puede, por tanto, no sólo ser capaz de funcionar con una asignación de ancho de banda reducido para la distribución de la temporización, sus elementos de red pueden no necesitar ser actualizados para introducir soporte en la trayectoria para cronometrar los paquetes. Los dispositivos de borde 106 pueden por lo tanto beneficiarse de la mejora de la calidad de temporización y la estabilidad, y por lo tanto mejorar la calidad de servicio en relación con las redes de teléfonos celulares que convencionalmente están configurados para distribuir la temporización.

Además, un dispositivo de borde 106 que aloja un PPMC 20 de acuerdo con una realización de la invención, puede funcionar como un PRTC que proporciona información de temporización sensible a información de temporización del GNSS, y como un reloj maestro de paquetes referenciado a la información de temporización de GNSS para la distribución de temporización a la estación de base 141 cronometra en una red de acceso 121, ..., o 124. Un dispositivo de borde 106 dado puede, por ejemplo, transmitir los paquetes de temporización para distribuir temporización a relojes subordinados de la estación de base 141 en la red de acceso 121, ..., 124 a la que está conectado el dispositivo de borde 106 dado. Las trayectorias de propagación de paquetes de temporización entre el dispositivo de borde 106 dado y relojes subordinados 141 en la red de acceso a la que está conectado el PPMC se indican mediante líneas discontinuas de flecha 180. Generalmente, las trayectorias de propagación 180 son físicamente más cortas y pasan a través de un menor número de enlaces de comunicación 103 y los nodos de red que trayectorias de propagación de la temporización de paquetes en una red de telefonía celular convencionalmente configurada. Las estaciones de base 140 en cada red de acceso 121, ..., 124 pueden, por lo tanto, probar la mejora de la calidad de temporización y la estabilidad, y por lo tanto mejorar la calidad de servicio en relación con las redes de teléfonos celulares que convencionalmente están configuradas para distribuir la temporización.

Para la comparación con la red de teléfono celular 100 configurada para distribuir la temporización usando PPMCs 20 de acuerdo una realización de la invención, la figura 3 muestra esquemáticamente una red de telefonía celular 200 convencionalmente configurada para distribuir la temporización. La red de telefonía celular 200 es idéntica a la red de telefonía celular 100, excepto que no comprende PPMCs, como los PPMCs 20, y distribuye la temporización a partir de un PRTC convencional (no mostrado) y el reloj gran maestro de paquetes 202.

El reloj gran maestro de paquetes 202 está conectado a la red de agregación 101 para que pueda intercambiar paquetes de temporización con cualquiera de relojes subordinados 141 en la red 200 a través de canales de comunicación proporcionados por la red de retorno. Las trayectorias de propagación de los paquetes de sincronización se indican con líneas de trazos de flecha 280 y se ve fácilmente que son sustancialmente más largos y pasan a través de un mayor número de enlaces de comunicación 103 y los nodos de red que propagan trayectorias 180 de red de telefonía móvil 100 se muestran en la figura 2. Como resultado, la calidad y la estabilidad en el tiempo de sincronización de la red de telefonía celular 200 puede ser inferior a la proporcionada por la red de telefonía celular 100.

Considerando que la calidad y la estabilidad de la sincronización de la red de teléfono celular 200 se pueden mejorar proporcionando a la red 200 con más de un reloj maestro de paquetes convencional 202, los relojes maestros de paquetes convencionales son relativamente caros. Los relojes maestros de paquetes convencionales son también considerablemente más complicados de instalar que un PPMC 20, y el cableado y los conectores de cable utilizados para conectar un reloj maestro de paquetes convencional a un elemento de red más cercano son una fuente de asimetría y variación del retardo de los paquetes que contribuyen a la degradación de la sincronización.

En la descripción y reivindicaciones de la presente solicitud, cada uno de los verbos "comprender" "incluir" y "tener", y conjugados de los mismos, se utiliza para indicar que el objeto u objetos del verbo no son necesariamente una lista completa de los componentes, elementos o partes del sujeto o sujetos del verbo.

Descripciones de realizaciones de la invención en la presente solicitud se proporcionan a modo de ejemplo y no están destinados a limitar el alcance de la invención. Las realizaciones descritas comprenden diferentes características, no todas las cuales son requeridas en todas las realizaciones de la invención. Algunas realizaciones sólo se utilizan algunas de las características o posibles combinaciones de las características. Las variaciones de realizaciones de la invención que se describen, y realizaciones de la invención que comprenden diferentes combinaciones de características señaladas en las realizaciones descritas, se les ocurrirán a las personas de la materia. El alcance de la invención está limitado sólo por las reivindicaciones.

65

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (20) para proporcionar información de temporización, comprendiendo el aparato:

5 un reloj de tiempo de referencia primaria, PRTC, (49) que proporciona un tiempo del día de referencia (ToD) y una frecuencia de referencia;  
 un reloj maestro de paquetes (60) que recibe el ToD y la frecuencia de referencia y está configurado para distribuir la temporización a un reloj subordinado de acuerdo con un procedimiento de paquetes sobre temporización en respuesta al ToD y la frecuencia de referencia; y **caracterizado por**  
 10 una carcasa (22) que alberga tanto el PRTC (49) y el reloj maestro de paquetes (60), siendo la carcasa (22) adecuada para enchufarse en una jaula compatible, SFP, de factor de forma pequeño convencional para conectar el reloj maestro de paquetes (60) a una red de paquetes conmutados, PSN.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el PRTC comprende:

15 un receptor de sistema global de navegación por satélite, GNSS (52) que recibe las transmisiones GNSS transmitidas por satélites GNSS; y  
 un procesador GNSS (52) que procesa las transmisiones GNSS recibidas para generar la frecuencia de referencia y/o el ToD de referencia.

3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el PRTC comprende un oscilador interno (72) que genera la frecuencia de referencia.

4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el PRTC comprende una entrada para recibir la frecuencia de referencia desde una fuente de frecuencia externa y/o la referencia ToD de una fuente externa.

5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el PRTC comprende un extractor de reloj (74) que genera la frecuencia de referencia en respuesta a una velocidad de datos física de un plano posterior de un elemento de red de la SFP que comprende la jaula SFP donde el aparato está enchufado.

6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el PRTC comprende un selector de frecuencia (70) que recibe una pluralidad de frecuencias de referencia potenciales y selecciona la frecuencia de referencia de la pluralidad de frecuencias de referencia posibles.

7. Aparato según la reivindicación 6, en el que el PRTC comprende:

un receptor de sistema global de navegación por satélite, GNSS, que recibe las transmisiones GNSS transmitidas por satélites GNSS; y  
 un procesador GNSS que procesa las transmisiones GNSS recibidas para generar una frecuencia de referencia prospectiva de la pluralidad de frecuencias de referencia.

8. Aparato según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que el PRTC comprende un oscilador interno que genera una frecuencia de referencia prospectiva de la pluralidad de frecuencias de referencia.

9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que el PRTC comprende una entrada para recibir una frecuencia de referencia prospectiva de la pluralidad de frecuencias de referencia de una fuente de frecuencia externa.

10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, en el que el PRTC comprende un extractor de reloj que genera una frecuencia de referencia prospectiva de la pluralidad de frecuencias de referencia en respuesta a una velocidad de datos física de un plano posterior de un elemento de red que comprende la jaula SFP donde el aparato está enchufado.

11. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el PRTC comprende un selector de ToD que selecciona un ToD de referencia de entre una pluralidad de ToDs de referencia posibles.

12. Aparato según la reivindicación 11, en el que el PRTC comprende:

un receptor de sistema global de navegación por satélite, GNSS, que recibe las transmisiones GNSS transmitidas por satélites GNSS; y  
 un procesador GNSS que procesa las transmisiones GNSS recibidas para generar una referencia prospectiva ToD de la pluralidad de ToDs de referencia.

13. Aparato según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en el que el PRTC comprende una entrada para recibir un ToD de referencia prospectiva de la pluralidad de ToDs de referencia de una fuente externa.

14. Una PSN que comprende una pluralidad de aparatos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

15. Una PSN según la reivindicación 14 y que comprende un reloj subordinado que recibe información de temporización distribuido por un reloj maestro de paquetes comprendido en un aparato de la pluralidad de aparatos.

5

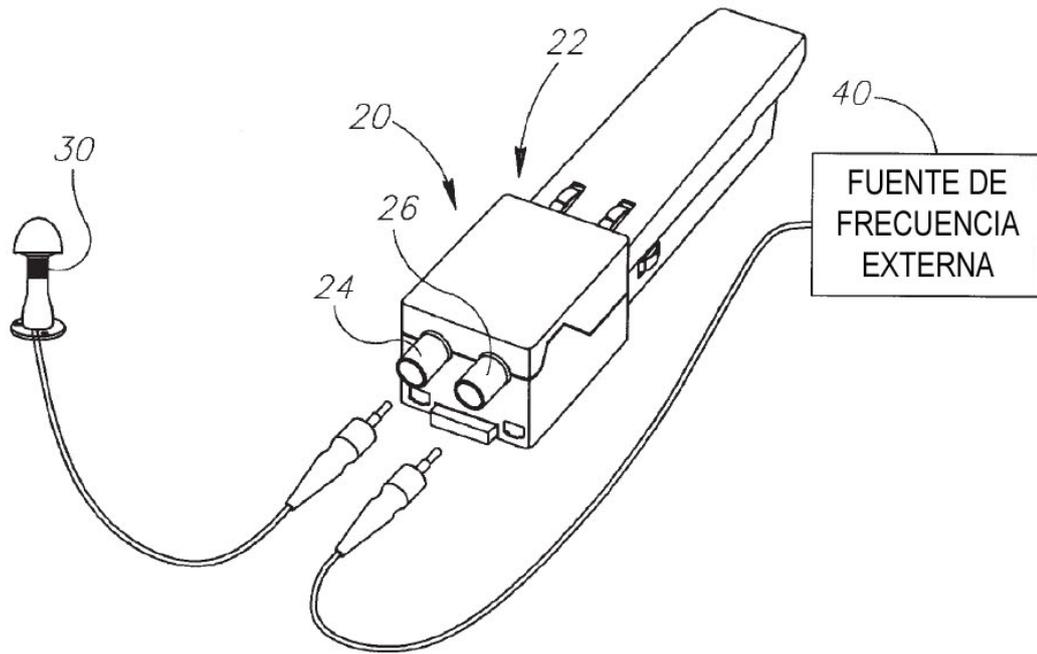


FIG. 1A

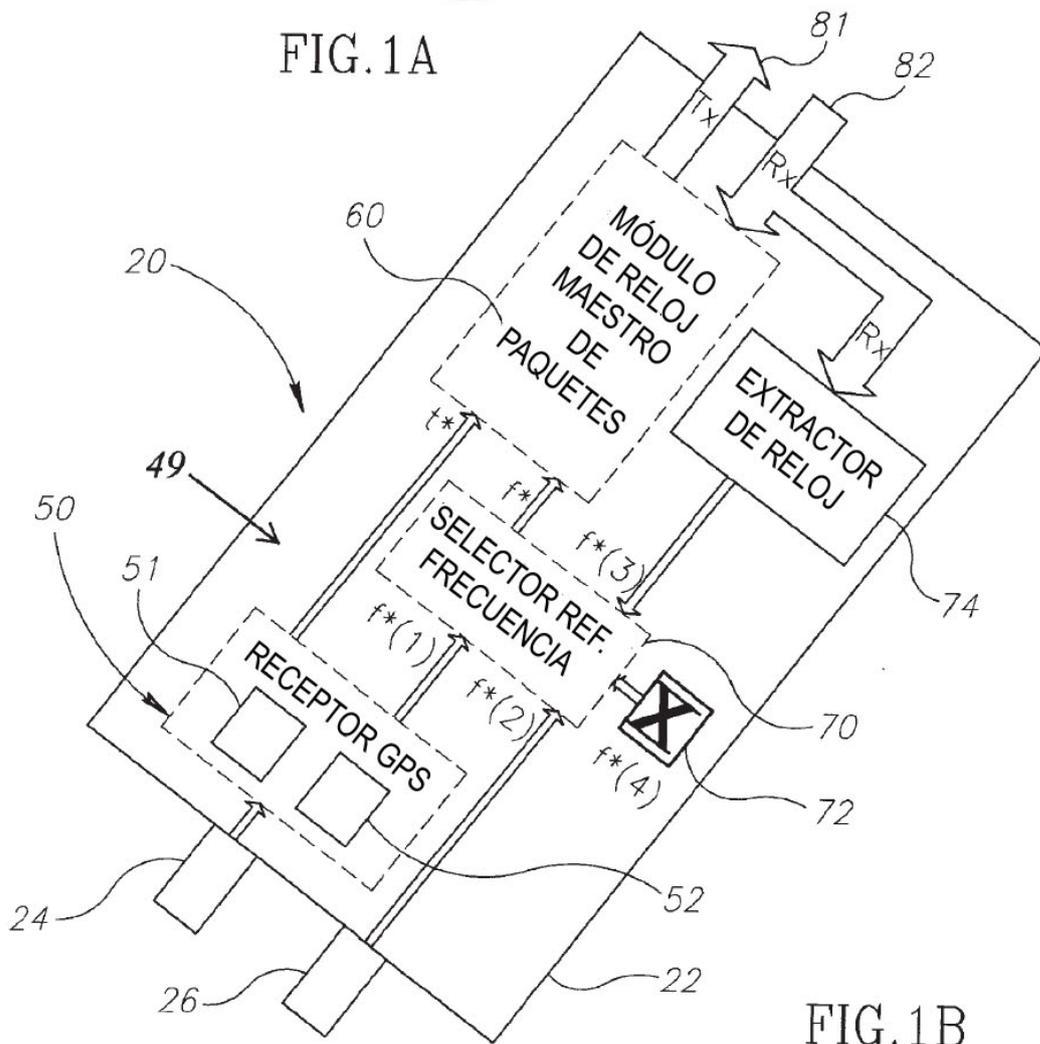


FIG. 1B

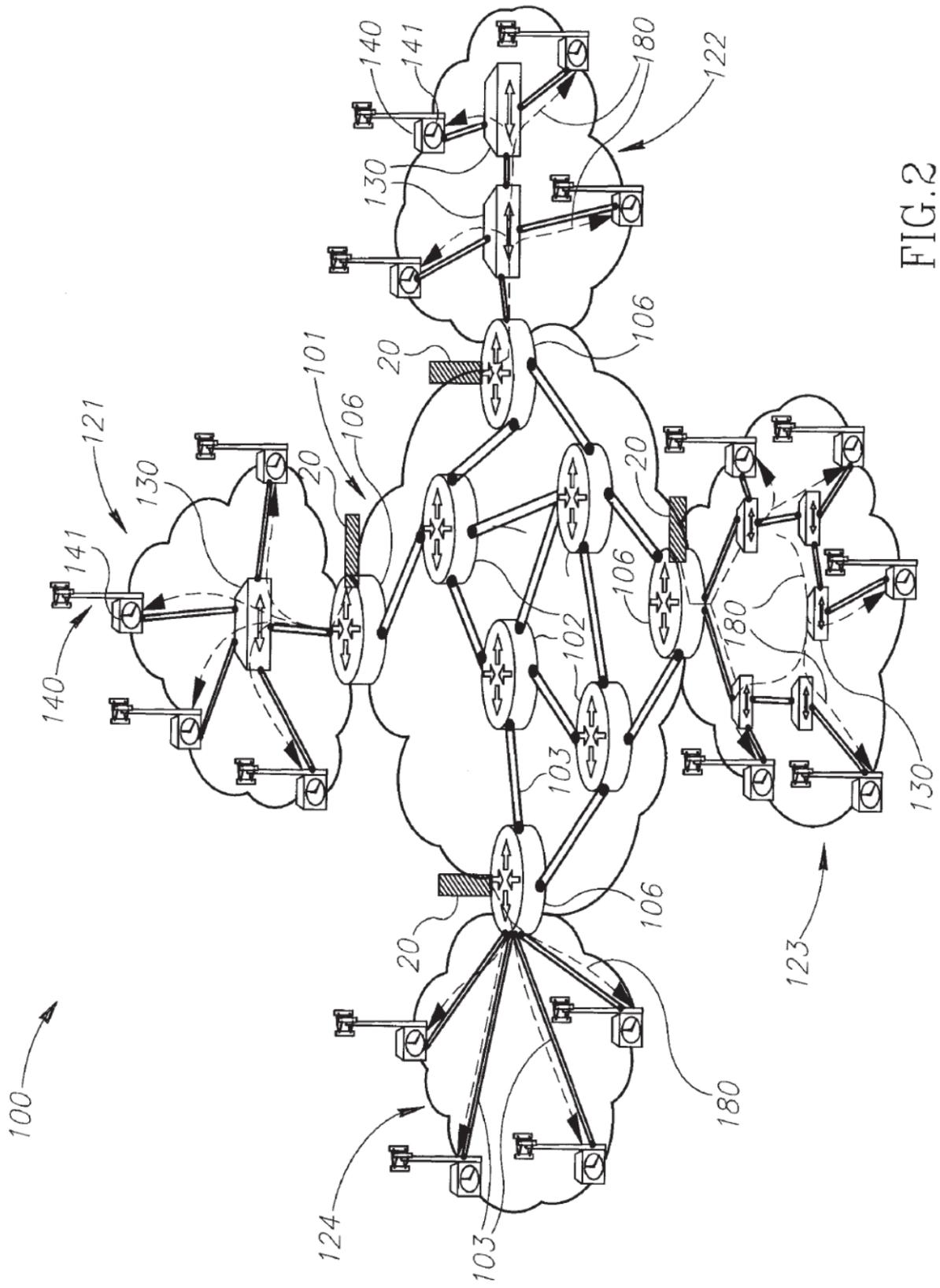
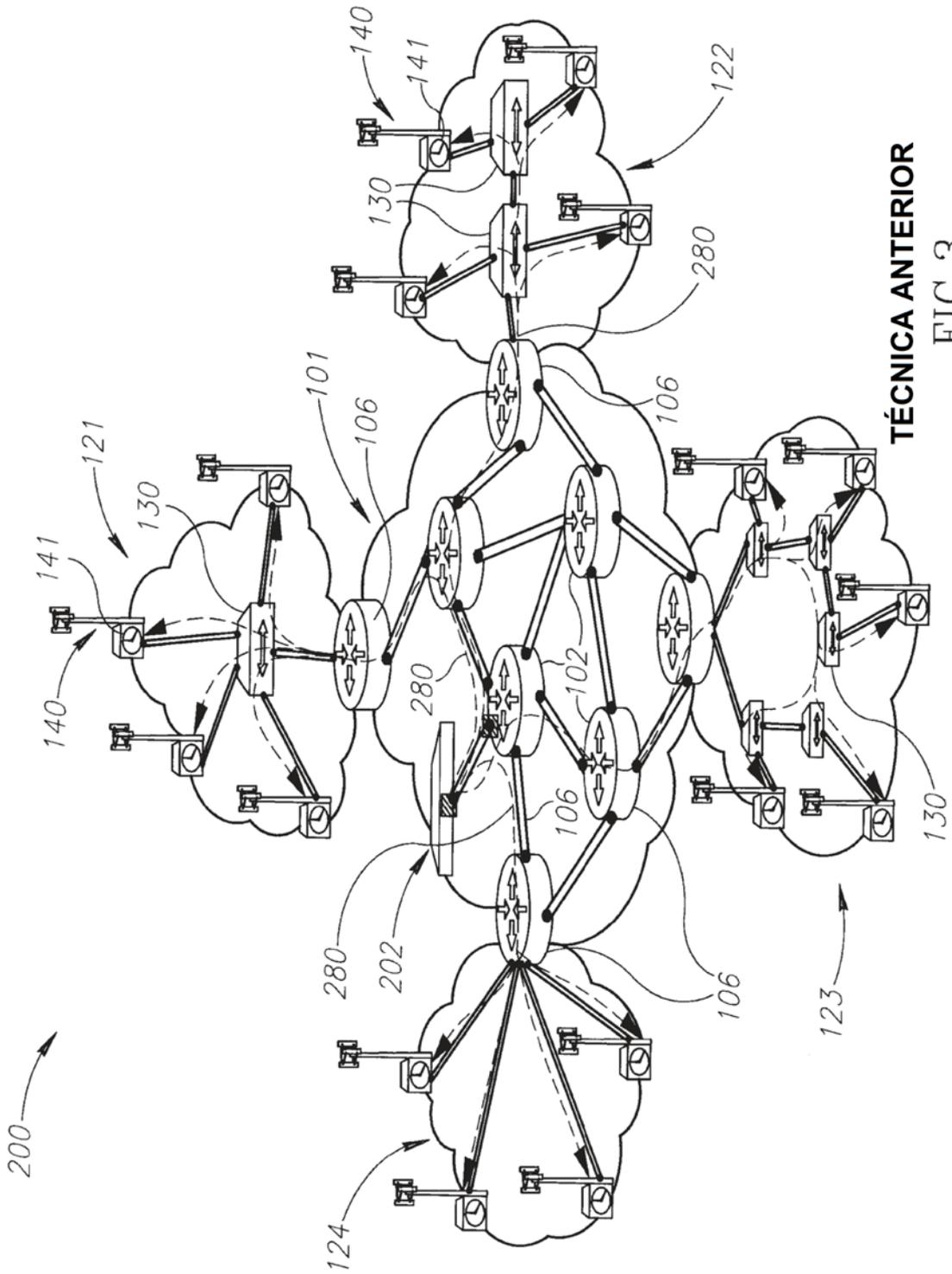


FIG.2



TÉCNICA ANTERIOR  
FIG. 3