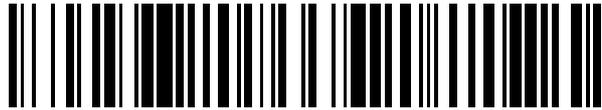


19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 702**

21 Número de solicitud: 201590016

51 Int. Cl.:

G01S 19/03 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

05.09.2013

30 Prioridad:

08.09.2012 US 61/698,583

04.09.2013 US 14/017,522

43 Fecha de publicación de la solicitud:

06.04.2016

71 Solicitantes:

SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES, INC. (100.0%)

**2350 NE Hopkins Court
99163 Pullmann US**

72 Inventor/es:

**WHITEHEAD, David E.;
ACHANTA, Shankar V y
LOEHNER, Henry**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: **CALIDAD DE FUENTES HORARIAS DE PRECISIÓN**

57 Resumen:

Calidad de fuentes horarias de precisión.
Se revelan sistemas y procedimientos para detectar el fallo de una fuente horaria de precisión, usando una fuente horaria independiente. Adicionalmente, se revela la detección del fallo de una fuente horaria de precisión, basada en el GNSS, en base a una ubicación calculada de un receptor del GNSS. Además, el sistema puede ser adicionalmente configurado para distribuir una hora obtenida a partir de la fuente horaria de precisión, como una referencia horaria de precisión, a dispositivos dependientes del tiempo. En el caso de un fallo de la fuente horaria de precisión, el sistema puede ser configurado para distribuir una hora obtenida a partir de una segunda fuente horaria de precisión, como la señal horaria de precisión durante un periodo de rezago.

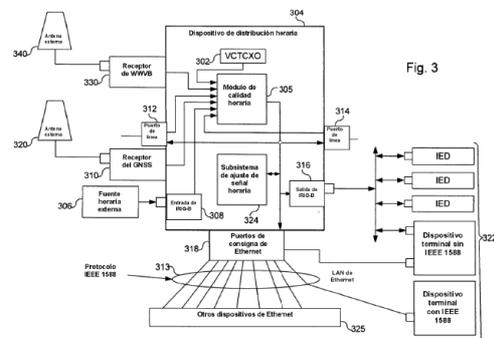


Fig. 3

DESCRIPCIÓN

CALIDAD DE FUENTES HORARIAS DE PRECISIÓN

5 SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio, según el Código Estadounidense 35, § 119(e), de la Solicitud de Patente Estadounidense 14 / 017.522, presentada el 4 de septiembre de 2013 y titulada “Calidad de fuentes horarias de precisión”, que reivindica el beneficio de la
10 Solicitud Provisional de Patente Estadounidense N° 61 / 698.583, presentada el 8 de septiembre de 2012, y titulada “Calidad de fuentes horarias de precisión”, ambas incorporadas en la presente memoria por referencia en su totalidad.

CAMPO TÉCNICO

15 La presente revelación se refiere a la detección del fallo de una fuente horaria de precisión, usando una fuente horaria independiente. En particular, esta revelación se refiere a detectar el fallo de una fuente horaria de precisión en un sistema de transmisión o distribución de energía eléctrica.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describen realizaciones no limitantes y no exhaustivas de la revelación, incluyendo diversas realizaciones de la revelación con referencia a las figuras, en las cuales:

25 la Fig. 1 es un diagrama unifilar de un sistema de suministro de energía eléctrica.

La Fig. 2 ilustra un sistema de distribución horaria que incluye IED de comunicaciones, configurados para distribuir una referencia horaria de precisión a diversos IED.

La Fig. 3 ilustra una realización de un dispositivo de distribución horaria, configurado para recibir, distribuir y / o determinar una referencia horaria de precisión.

30 La Fig. 4 ilustra una realización para determinar si ha fallado una fuente horaria primaria, o la mejor disponible.

La Fig. 5 ilustra otra realización para determinar si ha fallado una fuente horaria primaria, o la mejor disponible.

La Fig. 6 ilustra una realización para determinar si ha fallado una fuente horaria primaria, o
35 la mejor disponible, en base a la ubicación del GNSS.

En la siguiente descripción, se proporcionan numerosos detalles específicos para una comprensión exhaustiva de las diversas realizaciones reveladas en la presente memoria. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que los sistemas y procedimientos revelados en la presente memoria pueden ser puestos en práctica sin uno o más de los detalles específicos, o con otros procedimientos, componentes, materiales, etc. Además, en algunos casos, estructuras, materiales u operaciones bien conocidos pueden no ser mostrados o descritos en detalle, a fin de evitar oscurecer aspectos de la revelación. Además, las funciones, estructuras o características descritas pueden ser combinadas de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones alternativas.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica pueden utilizar información horaria de precisión para realizar diversas tareas de monitorización, protección y comunicación. Con relación a ciertas aplicaciones, los dispositivos electrónicos inteligentes (IED) y los dispositivos de comunicación de redes pueden utilizar información horaria, precisa más allá de la gama de los milisegundos. Los IED dentro de un sistema de energía pueden ser configurados para realizar funciones de lectura, control y protección que requieren un cierto nivel de precisión entre uno o más IED. Por ejemplo, los IED pueden estar configurados para calcular y comunicar fasores horariamente sincronizados (sincrofasores), que pueden requerir que los IED y los dispositivos de redes estén sincronizados entre sí en la escala de los nanosegundos. Muchos algoritmos de protección, lectura, control y automatización usados en sistemas de energía pueden beneficiarse, o requerir la recepción, de información horaria de precisión.

25

Pueden usarse diversos sistemas para la distribución de información horaria de precisión. De acuerdo a diversas realizaciones reveladas en la presente memoria, un sistema de energía puede incluir componentes conectados usando una red óptica sincronizada (SONET). En tales realizaciones, la información horaria de precisión puede ser distribuida usando un protocolo de transporte síncrono y módulos de transporte síncrono (STM). De acuerdo a una realización, una referencia horaria de precisión puede ser transmitida dentro de una trama de una transmisión de una SONET. En otra realización, una referencia horaria de precisión puede ser incorporada en una cabecera, o una parte de sobregasto, de una trama de un STM de una SONET. De manera similar, el sistema de energía puede incluir componentes conectados usando el protocolo de Jerarquía Digital Síncrona (SDH). Aunque varias realizaciones en la presente memoria están descritas en términos de una SONET,

30

debería reconocerse que el protocolo de SDH puede ser usado en lugar de una SONET, a menos que se especifique lo contrario.

Los IED, los dispositivos de red y otros dispositivos en un sistema de energía pueden incluir
5 osciladores locales u otras fuentes horarias, y pueden generar una señal horaria local. En algunas circunstancias, sin embargo, las señales horarias externas, proporcionadas por un dispositivo de distribución horaria, pueden ser más precisas y pueden por tanto ser preferidas sobre las señales horarias locales. Un sistema de energía puede incluir una red de comunicaciones de datos que transmite una referencia horaria de precisión desde el
10 dispositivo de distribución horaria a dispositivos dependientes del tiempo, conectados con la red de comunicaciones de datos. En algunas realizaciones, la red de comunicaciones puede incluir una o más redes de área local (LAN) y una o más redes de área amplia (WAN). En un sistema con múltiples LAN, múltiples dispositivos de distribución horaria (uno o más para cada LAN) pueden estar conectados con la red de comunicaciones de datos y cada
15 dispositivo de distribución horaria puede proporcionar una referencia horaria de precisión a otros dispositivos de distribución horaria por la WAN. En cada dispositivo de distribución horaria, la referencia horaria de precisión puede ser recibida u obtenida desde una señal externa horaria de precisión.

20 De acuerdo a diversas realizaciones, cada dispositivo de distribución horaria recibe múltiples señales horarias de precisión desde diversas fuentes horarias y está configurado para proporcionar la mejor señal horaria de precisión disponible como la referencia horaria de precisión. Las señales horarias de precisión pueden ser recibidas usando un protocolo del Grupo de Instrumentación Inter-gradual (IRIG), un sistema global de navegación por satélite
25 (GNSS) tal como, por ejemplo, el sistema de localización global (GPS), GLONASS o similares, una emisión de radio tal como una emisión del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología (NIST) (p. ej., las estaciones de radio WWV, WWVB y WWVH), el protocolo IEEE 1588, un protocolo cronológico de red (NTP) codificado en la RFC 1305, un protocolo cronológico sencillo de redes (SNTP) en la RFC 2030 y / u otro protocolo o sistema de
30 transmisión horaria.

Si bien las señales horarias de precisión enumeradas anteriormente pueden proporcionar una hora precisa a un dispositivo de distribución horaria, varían en calidad. Por ejemplo, la precisión del NTP y del SNTP está limitada a la gama de los milisegundos, haciéndolos por
35 tanto inadecuados para aplicaciones de distribución horaria por debajo de los milisegundos. Además, ambos protocolos carecen de seguridad y son susceptibles a ataques maliciosos

en red. La norma IEEE 1588 incluye sellos temporales asistidos por hardware, que permite la precisión horaria en la gama de los nanosegundos. Tal precisión puede ser suficiente para aplicaciones más exigentes (p. ej., el muestreo de las corrientes sinusoidales y los voltajes en líneas de alimentación para calcular “sincro-fasores”). Está bien adaptada para la
5 distribución horaria en la periferia de las redes de comunicación, o entre dispositivos individuales dentro de la red. Las señales horarias del GNSS proporcionan una medición horaria muy precisa y robusta; sin embargo, las señales del GNSS son susceptibles a la falsificación. Por lo tanto, sería ventajoso proporcionar un sistema y un procedimiento para detectar un fallo en cualquiera de las señales horarias de precisión recibidas, de modo que
10 pueda ser proporcionada la mejor referencia horaria de precisión disponible a los dispositivos dependientes del tiempo.

En ciertas realizaciones, cuando el dispositivo de distribución horaria determina que la conexión con la mejor fuente horaria disponible ha fallado, puede ser seleccionada una
15 nueva mejor fuente horaria disponible entre las restantes fuentes horarias disponibles. Además de apoyarse en una referencia horaria de precisión proveniente del dispositivo de distribución horaria, cuando está disponible, los diversos dispositivos dependientes del tiempo pueden ser configurados para ingresar a un periodo de rezago cuando la referencia horaria de precisión no está disponible. En algunas realizaciones, un dispositivo puede ser
20 configurado para monitorizar la deriva de una fuente horaria local con respecto a la referencia horaria de precisión y para retener información con respecto a la deriva. Durante el periodo de rezago, un IED o un dispositivo de red puede apoyarse en una señal horaria local.

25 La referencia en toda la extensión de esta especificación a “una realización” indica que un rasgo, una estructura o una característica particulares, descritos con relación a la realización están incluidos en al menos una realización. De tal modo, las apariciones de la frase “en una realización” en diversos lugares en toda la extensión de esta especificación no están necesariamente refiriéndose todas a la misma realización. En particular, una “realización”
30 puede ser un sistema, un artículo de fabricación (tal como un medio de almacenamiento legible por ordenador), un procedimiento y un producto de un proceso.

Las expresiones “conectado con”, “en red” y “en comunicación con” se refieren a cualquier forma de interacción entre dos o más entidades, incluyendo la interacción mecánica,
35 eléctrica, magnética y electromagnética. Dos componentes pueden estar conectados entre sí incluso aunque no estén en contacto físico directo entre sí e incluso aunque pueda haber

dispositivos intermedios entre los dos componentes.

Parte de la infraestructura que puede ser usada con las realizaciones reveladas en la presente memoria ya está disponible, tal como: ordenadores de propósito general,
5 herramientas y técnicas de programación de ordenadores, medios de almacenamiento digital y redes ópticas. Un ordenador puede incluir un procesador tal como un micro-procesador, un micro-controlador, circuitos lógicos o similares. El procesador puede incluir un dispositivo de procesamiento de propósito especial, tal como un ASIC, PAL, PLA, PLD, una Formación de Compuertas Programables en el Terreno u otro dispositivo personalizado
10 o programable. El ordenador también puede incluir un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador, tal como memoria no volátil, RAM estática, RAM dinámica, ROM, CD-ROM, disco, cinta, memoria magnética, óptica o flash, u otro medio de almacenamiento legible por ordenador.

15 Según se usa en la presente memoria, el término IED puede referirse a cualquier dispositivo basado en micro-procesadores que monitoriza, controla, automatiza y / o protege equipos monitorizados dentro del sistema. Tales dispositivos pueden incluir, por ejemplo, unidades terminales remotas, relés diferenciales, relés a distancia, relés direccionales, relés alimentadores, relés de exceso de corriente, controles reguladores de voltaje, relés de
20 voltaje, relés de fallo de interruptor, relés de generador, relés de motor, controladores de automatización, controladores de compartimento, contadores, controles de re-clausura, procesadores de comunicaciones, plataformas de cálculo, controladores lógicos programables (PLC), controladores de automatización programable, módulos de entrada y salida y similares. Los IED pueden estar conectados con una red, y la comunicación por la
25 red puede ser facilitada por dispositivos de formación de redes, que incluyen, pero no se limitan a, los multiplexadores, encaminadores, concentradores, pasarelas, cortafuegos y conmutadores. Además, los dispositivos de formación de redes y de comunicación pueden ser incorporados en un IED o estar en comunicación con un IED. El término IED puede ser usado de manera intercambiable para describir un IED individual o un sistema que
30 comprende múltiples IED.

Los IED, los dispositivos de red y los dispositivos de distribución horaria pueden ser dispositivos físicamente distintos, pueden ser dispositivos compuestos o pueden ser configurados en una amplia variedad de formas para realizar funciones solapadas. Los IED,
35 los dispositivos de red y los dispositivos de distribución horaria pueden comprender hardware de múltiples funciones (p. ej., procesadores, medios de almacenamiento legibles

por ordenador, interfaces de comunicaciones, etc.) que puede ser utilizado a fin de realizar una amplia variedad de tareas, incluyendo tareas habitualmente asociadas a un IED, a un dispositivo de red y / o a un dispositivo de distribución horaria. Por ejemplo, un dispositivo de red, tal como un multiplexador, también puede ser configurado para emitir instrucciones de control a un elemento de equipo monitorizado. En otro ejemplo, un IED puede ser configurado para funcionar como un cortafuegos. El IED puede usar una interfaz de red, un procesador e instrucciones adecuadas de software, almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador, a fin de funcionar simultáneamente como un cortafuegos y como un IED. En otro ejemplo, un IED puede incluir el hardware necesario y las instrucciones de software para funcionar como un dispositivo de distribución horaria para otros IED en una LAN o una WAN. A fin de simplificar la exposición, varias realizaciones reveladas en la presente memoria están ilustradas con relación a dispositivos de distribución horaria; sin embargo, un experto en la técnica reconocerá que las divulgaciones de la presente revelación, incluyendo aquellas divulgaciones ilustradas solamente con relación a dispositivos de distribución horaria, también son aplicables a los IED y dispositivos de red.

Aspectos de ciertas realizaciones descritas en la presente memoria pueden ser implementados como módulos o componentes de software. Según se usa en la presente memoria, un módulo o componente de software puede incluir cualquier tipo de instrucción de ordenador o código ejecutable por ordenador situado dentro de un medio de almacenamiento legible por ordenador. Un módulo de software, por ejemplo, puede comprender uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones de ordenador, que pueden estar organizadas como una rutina, un programa, un objeto, un componente, una estructura de datos, etc., que realiza una o más tareas o implementa tipos específicos de datos abstractos.

En ciertas realizaciones, un módulo específico de software puede comprender instrucciones disímiles almacenadas en distintas ubicaciones de un medio de almacenamiento legible por ordenador, que implementan juntas la funcionalidad descrita del módulo. En efecto, un módulo puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y puede estar distribuido entre varios segmentos distintos de código, entre distintos programas y entre varios medios de almacenamiento legibles por ordenador. Algunas realizaciones pueden ser puestas en práctica en un entorno informático distribuido, donde las tareas son realizadas por un dispositivo de procesamiento remoto enlazado mediante una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de software pueden estar situados en medios de almacenamiento legibles por ordenador, locales y / o remotos. Además, los datos

ligados o representados conjuntamente en un registro de base de datos pueden ser residentes en el mismo medio de almacenamiento legible por ordenador, o entre varios medios de almacenamiento legibles por ordenador, y pueden estar enlazados entre sí en campos de un registro en una base de datos sobre una red.

5

Los módulos de software descritos en la presente memoria realizan tangiblemente un programa, funciones y / o instrucciones que sean ejecutables por uno o más ordenadores para realizar tareas como las descritas en la presente memoria. El software adecuado, según sea aplicable, puede ser inmediatamente proporcionado por los expertos en la(s) técnica(s) relevante(s), usando las divulgaciones presentadas en la presente memoria, y lenguajes y herramientas de programación, tales como XML, Java, Pascal, C++, C, lenguajes de bases de datos, API, SDK, código ensamblado, firmware, micro-código y / u otros lenguajes y herramientas.

10

15

Una referencia horaria de precisión se refiere a una señal horaria o fuente horaria en la que se apoyan una pluralidad de dispositivos, y distribuida por un dispositivo de distribución horaria, y que se supone que sea más precisa que una fuente horaria local. La determinación de la precisión puede hacerse en base a una amplia variedad de factores. Una referencia horaria de precisión puede admitir que momentos específicos en el tiempo sean descritos y temporalmente comparados entre sí.

20

Una fuente horaria es cualquier dispositivo que sea capaz de rastrear el paso del tiempo. Se contempla una amplia variedad de tipos de fuentes horarias, incluyendo un oscilador de cristal compensado en temperatura y controlado por voltaje (VCTCXO), un oscilador de bucle bloqueado en fase, un oscilador de bucle bloqueado en el tiempo, un oscilador de rubidio, un oscilador de cesio, un oscilador entrenado, un dispositivo micro-electromecánico (MEM) y / u otro dispositivo capaz de rastrear el paso del tiempo.

25

30

Una señal horaria es una representación del tiempo indicado por una fuente horaria. Una señal horaria puede ser realizada como cualquier forma de comunicación para comunicar información horaria. Se contempla una amplia variedad de tipos de señales horarias, tales como las enumeradas anteriormente. La fuente horaria y la señal horaria pueden ser usadas de manera intercambiable en la presente memoria.

35

El fallo de una fuente horaria de precisión y / o una señal horaria de precisión, según se usa en la presente memoria, incluye la falsificación y / o el bloqueo de la señal, fallos mecánicos

o de software, apagones de todo el sistema, etc.

Además, los rasgos, operaciones o características descritos pueden ser combinados de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. También será inmediatamente
5 entendido que el orden de las etapas o acciones de los procedimientos descritos con relación a las realizaciones reveladas en la presente memoria puede ser cambiado, como será evidente para los expertos en la técnica. Así, cualquier orden en los dibujos o la descripción detallada es solamente con fines ilustrativos y no está concebido para implicar un orden requerido, a menos que se especifique que se requiere un orden.

10

La Figura 1 ilustra un diagrama unifilar de un sistema de suministro de energía eléctrica 10. El sistema de suministro 10 incluye los dispositivos electrónicos inteligentes (IED) 102, 104 y 106 que utilizan una referencia horaria de precisión para monitorizar, proteger y / o controlar componentes del sistema. El sistema de transmisión y suministro de energía eléctrica 10,
15 ilustrado en la Figura 1, incluye tres subestaciones 16, 22 y 35, geográficamente separadas. Las subestaciones 16 y 35 incluyen los generadores 12a, 12b y 12c. Los generadores 12a, 12b y 12c generan energía eléctrica en un voltaje relativamente bajo, tal como 12kV. Las subestaciones incluyen los transformadores incrementales 14a, 14b y 14c para incrementar el voltaje hasta un nivel adecuado para la transmisión. Las subestaciones incluyen diversos
20 interruptores 18 y buses 19, 23 y 25 para la adecuada transmisión y distribución de la energía eléctrica. La energía eléctrica puede ser transmitida sobre largas distancias, usando diversas líneas de transmisión 20a, 20b y 20c.

25

Las subestaciones 22 y 35 incluyen los transformadores decrementales 24a, 24b, 24c y 24d para decrementar la energía eléctrica hasta un nivel adecuado para la distribución a
diversas cargas 30, 32 y 34, usando las líneas de distribución 26, 28 y 29.

30

Los IED 102, 104 y 106 están ilustrados en las subestaciones 16, 22 y 35, configuradas para proteger, controlar, medir y / o automatizar ciertos equipos o dispositivos del sistema de
energía. De acuerdo a varias realizaciones, se usan numerosos IED en cada subestación; sin embargo, para mayor claridad, solamente se ilustra un único IED en cada subestación. Los IED 102, 104 y 106 pueden ser configurados para realizar diversas tareas horariamente dependientes que incluyen, pero no se limitan a, la monitorización y / o protección de una
línea de transmisión, una línea de distribución y / o un generador. Otros IED incluidos en una
35 subestación pueden ser configurados como relés de protección de bus, relés a distancia, procesadores de comunicaciones, controladores de automatización, relés de protección de

transformador y similares. Como cada IED, o grupo de IED, puede ser configurado para comunicarse por una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN), cada IED, o grupo de IED, puede ser considerado un nodo en una red de comunicaciones.

- 5 Como se ha expuesto anteriormente, un IED puede ser configurado para calcular y comunicar sincro-fasores con otros IED. Para comparar con precisión los sincro-fasores obtenidos por IED geográficamente diversos, cada IED puede necesitar ser sincronizado con una referencia horaria de precisión, con exactitud mayor que un milisegundo para permitir comparaciones alineadas en el tiempo. De acuerdo a diversas realizaciones, la
10 sincronización horaria, precisa hasta la gama de los micro-segundos o los nano-segundos, puede permitir a los IED realizar comparaciones precisas de sincro-fasores.

La Figura 2 ilustra el sistema 200 configurado para ser un sistema sumamente fiable, redundante y distribuido de los dispositivos de distribución 204, 206 y 208, capaces de
15 proporcionar una referencia horaria de precisión a diversos IED 212, 214 y 216 dependientes del tiempo. Cada dispositivo de distribución horaria 204, 206 y 208 puede ser configurado para recibir y comunicar señales horarias mediante múltiples protocolos y procedimientos. Si bien el sistema 200 se describe como capaz de realizar numerosas funciones y procedimientos, debería entenderse que son posibles diversos sistemas que
20 pueden tener capacidades adicionales, o menos capacidades.

Específicamente, un sistema 200 puede funcionar como se desee usando solamente un protocolo, o con menos entradas de señales horarias externas o locales.

- 25 Según se ilustra en la Figura 2, tres dispositivos de distribución horaria 204, 206 y 208 tienen capacidades de WAN y están comunicativamente conectados con una WAN 218, que puede comprender uno o más conexiones físicas y protocolos. Cada dispositivo de distribución horaria 204, 206 y 208 puede también estar conectado con uno o más IED dentro de una red local. Por ejemplo, el dispositivo de distribución horaria 204 está
30 conectado con el IED 212, el dispositivo de distribución horaria 206 está conectado con los IED 214, y el dispositivo de distribución horaria 208 está conectado con los IED 216. Un dispositivo de distribución horaria puede estar situado, por ejemplo, en una utilidad de generación de energía, un concentrador, una subestación, un centro de carga u otra ubicación donde se hallen uno o más IED. En diversas realizaciones, un IED puede incluir
35 un puerto de WAN, y un IED de ese tipo puede estar directamente conectado con la WAN 218. Los IED pueden estar conectados mediante la WAN 218 o las LAN 210. Los

dispositivos de distribución horaria 204, 206 y 208 pueden establecer y mantener una referencia horaria de precisión entre diversos componentes del sistema. Cada dispositivo de distribución horaria 204, 206 y 208 puede ser configurado para comunicar información horaria con los IED conectados en su LAN, mediante uno o más protocolos de distribución horaria, tal como el IEEE 1588.

Cada dispositivo de distribución horaria 204, 206 y 208 está configurado para recibir señales horarias desde una amplia variedad de fuentes horarias. Por ejemplo, según se ilustra, el dispositivo de distribución horaria 204 incluye una antena 220 y está configurado para recibir una señal del GNSS desde un repetidor del GNSS o el satélite 202. El dispositivo de distribución horaria 204 también está configurado para recibir una segunda señal horaria 221 desde una fuente horaria externa 201. La fuente horaria externa puede comprender uno o más VCTCXO, osciladores de bucle bloqueado en fase, osciladores de bucle bloqueado en el tiempo, osciladores de rubidio, osciladores de cesio, emisiones de NIST (p. ej., de WWV y WWVB) y / u otros dispositivos capaces de generar señales horarias precisas. En la realización ilustrada, el dispositivo de distribución horaria 208 incluye una antena 220 configurada para recibir una señal del GNSS desde el repetidor del GNSS o el satélite 202. Según se ilustra, el dispositivo de distribución horaria 206 no recibe directamente una señal horaria externa; sin embargo, de acuerdo a realizaciones alternativas, cualquier número y variedad de señales horarias externas puede estar disponible para cualquiera de los dispositivos de distribución horaria.

De acuerdo a una realización, la WAN 218 comprende una SONET configurada para integrar una referencia horaria de precisión en una cabecera, o parte de sobregasto, de una trama de una SONET durante la transmisión. Alternativamente, una referencia horaria de precisión puede ser transportada usando cualquier número de procedimientos de comunicaciones horarias, incluyendo los protocolos IRIG, NTP, SNTP, los protocolos de transporte síncrono (STP) y / o los protocolos IEEE 1588. De acuerdo a diversas realizaciones, incluyendo la transmisión mediante SONET, una referencia horaria de precisión puede ser separada y protegida del resto del tráfico de red de la WAN, creando así una infraestructura segura de distribución horaria. Los protocolos usados para la sincronización horaria entre los IED pueden ser de propiedad industrial, o estar basados en una norma tal como el Protocolo Cronológico de Precisión (PTP) IEEE 1588.

De acuerdo a diversas realizaciones, los dispositivos de distribución horaria 204, 206 y 208 están configurados para realizar al menos uno de los procedimientos de detección de fallo

de una fuente horaria descrita en la presente memoria. El sistema 200 puede utilizar un único procedimiento, o una combinación de procedimientos, según se describe en la presente memoria.

5 Ha de observarse que incluso las señales horarias más precisas pueden exhibir pequeñas discrepancias. Por ejemplo, según la longitud y el encaminamiento del cable de antena del GNSS, diversos relojes pueden exhibir desfases cronológicos al nivel de los microsegundos. Algunos de estos desfases pueden ser compensados por el ingreso, por parte del usuario, de configuraciones de compensación, o pueden necesitar ser estimados por la
10 red de sincronización horaria. La estimación puede ser realizada durante largos periodos de funcionamiento “tranquilo” (es decir, periodos sin ningún fallo), con los resultados de fuentes individuales almacenados localmente en un registro de almacenamiento no volátil.

La Figura 3 ilustra un dispositivo de distribución horaria 304, de acuerdo a una realización.
15 Un dispositivo de distribución horaria 304 puede incluir más o menos funcionalidad que en la ilustración. Por ejemplo, el dispositivo de distribución horaria 304 puede incluir una interfaz para monitorizar equipos en un sistema de suministro de energía eléctrica, en ciertas realizaciones. En consecuencia, en diversas realizaciones el dispositivo de distribución horaria 304 puede ser implementado, ya sea como un IED o como un dispositivo de red.
20 Según se ilustra, el dispositivo de distribución horaria 304 incluye una fuente horaria local 302 que proporciona una señal horaria local y un módulo de calidad horaria 305 para establecer una referencia horaria de precisión. El dispositivo de distribución horaria 304 incluye además un par de puertos de línea 312 y 314 para las comunicaciones con una WAN o LAN. La información horaria puede ser compartida por una red y también puede ser
25 suministrada al módulo de calidad horaria 305. Además, el dispositivo de distribución horaria 304 incluye un receptor 310 del GNSS para recibir una señal horaria de precisión, tal como la hora desde un GNSS, mediante una antena 320 del GNSS. El dispositivo de distribución horaria 304 también incluye un receptor 330 de WWVB para recibir una emisión del NIST, que puede ser usada como una señal horaria de precisión, mediante una antena externa
30 340. La señal horaria de precisión recibida desde cualquier fuente es comunicada al módulo de calidad horaria 305, para su uso en la determinación y distribución de la referencia horaria de precisión.

Otra fuente horaria que puede ser suministrada al módulo de calidad horaria 305 incluye una
35 fuente horaria externa 306 que puede ser conforme a un protocolo de distribución horaria, tal como IRIG. La fuente horaria externa 306 puede comunicarse con otro puerto cronológico,

tal como una entrada 308 de IRIG.

La diversa información horaria desde la WAN (desde los puertos de línea 312 y / o 314), el receptor 310 del GNSS, el receptor 330 de WWVB y la entrada 308 de IRIG es ingresada al módulo de calidad horaria 305. En una realización, las entradas pueden ser suministradas a un multiplexador (no mostrado) antes de ser ingresadas al módulo de calidad horaria 305. El módulo de calidad horaria 305 funciona para determinar una referencia horaria de precisión, para su uso por los diversos dispositivos conectados con el dispositivo de distribución horaria 304. La referencia horaria de precisión es luego comunicada desde el módulo de calidad horaria 305 a los diversos dispositivos 322, usando el protocolo IRIG (mediante la salida 316 de IRIG-B), o a los diversos dispositivos 325, usando otro protocolo 313, tal como el IEEE 1588, que use los Puertos de Consigna 318 de Ethernet. Los Puertos de Consigna 318 de Ethernet también pueden incluir comunicaciones de red para los diversos dispositivos conectados con el dispositivo de distribución horaria 304. El dispositivo de distribución horaria 304 puede incluir además conexiones con redes SONET y transmitir la referencia horaria de precisión en una cabecera, o parte de sobregasto, de tramas de SONET.

El dispositivo de distribución horaria 304 también puede comprender un subsistema de ajuste de señal horaria 324. El subsistema de ajuste de señal horaria 324 puede ser configurado para rastrear grados de deriva asociados a diversas fuentes horarias externas con respecto a la fuente horaria local 302. El subsistema de ajuste de señal horaria 324 también puede comunicar señales horarias de acuerdo a una amplia variedad de protocolos. Tales protocolos pueden incluir los protocolos del Grupo de Instrumentación inter-Gradual, el IEEE 1588, el Protocolo Cronológico de Red, el Protocolo Cronológico de Red Simple, el protocolo de transporte síncrono y similares. En diversas realizaciones, el subsistema de ajuste de señal horaria 324 puede ser implementado usando un procesador en comunicación con un medio de almacenamiento legible por ordenador, que contiene instrucciones ejecutables por máquina. En otras realizaciones, el subsistema de ajuste de señal horaria 324 puede ser realizado como hardware, tal como un circuito integrado específico de la aplicación, o una combinación de hardware y software.

De acuerdo a diversas realizaciones, el módulo de calidad horaria 305 determina si es fiable o no una fuente horaria primaria, o la “mejor disponible”, es decir, si no ha fallado, y distribuye la señal horaria proveniente de la mejor fuente horaria disponible como la referencia horaria de precisión a los dispositivos dependientes del tiempo en el sistema. Si

ha fallado la mejor fuente horaria disponible, el módulo de calidad horaria 305 proporciona una alerta de error a un usuario y, en algunas realizaciones, ingresa a un periodo de rezago donde se usa una señal horaria alternativa para la referencia horaria de precisión. Estas técnicas permiten que se use la mejor fuente horaria disponible como la referencia horaria de precisión, proporcionada a dispositivos dependientes del tiempo, de manera robusta, de modo que haya una alta probabilidad de que la referencia horaria de precisión sea exacta. Además, en ciertas realizaciones, apoyarse en una fuente horaria secundaria, proporcionada al módulo de calidad horaria 305 como la referencia horaria de precisión durante un periodo de rezago cuando ha fallado la referencia horaria primaria, puede proporcionar información horaria más exacta que en la situación de rezago descrita anteriormente, donde se usa un oscilador local en cada dispositivo dependiente del tiempo durante el rezago.

En algunas realizaciones, después de un periodo de tiempo usando la fuente horaria secundaria, una fuente horaria primaria puede quedar disponible nuevamente. El módulo de calidad horaria 305 puede determinar si la fuente horaria primaria es fiable o no. Si la fuente horaria primaria es fiable, el dispositivo de distribución horaria 304 puede comenzar a usar la fuente horaria primaria para la referencia horaria de precisión. Sin embargo, si se determina que la fuente horaria primaria no es fiable, el dispositivo de distribución horaria 304 puede continuar usando la fuente horaria secundaria para la referencia horaria de precisión y proporcionar una alerta de error a un usuario, indicando la disponibilidad y falta de fiabilidad de la fuente horaria primaria.

La Figura 4 ilustra una realización para determinar si ha fallado o no una fuente horaria primaria, o la mejor disponible. Si bien las señales horarias en el ejemplo de la Figura 4 están descritas como señales específicas, otras señales pueden ser usadas con resultados similares. En 402 el dispositivo de distribución horaria recibe una primera señal horaria desde una primera fuente horaria, o la mejor fuente horaria disponible, y proporciona la señal horaria al módulo de calidad horaria. En una realización, la primera fuente horaria es una señal horaria recibida desde un sistema GNSS. La hora del GNSS tiene las ventajas de apoyarse en procedimientos extremadamente precisos para proporcionar la señal horaria a los receptores del GNSS, estando inmediatamente disponible en todo el mundo (en particular, en ubicaciones remotas) 24 horas por día, y se espera que sea estable durante muchas décadas venideras. Los receptores del GNSS pueden mantener una hora interna, en base a la señal del GNSS que es exacta hasta más que los nano-segundos, y la salida horaria en el puerto cronológico dedicado de 1 PPS (Pulso Por Segundo) es habitualmente

más exacta que 1 micro-segundo.

En 404 el dispositivo de distribución horaria recibe una segunda señal horaria desde una segunda fuente horaria. En una realización, la segunda fuente horaria es una emisión del NIST, tal como la de WWVB. Si bien no es tan exacta como una referencia horaria obtenida de una señal del GNSS, una referencia horaria obtenida de una emisión de WWVB es todavía muy precisa. Si bien el ejemplo de la Figura 4 usa específicamente una emisión de WWVB como la segunda fuente horaria, un experto en la técnica reconocerá que pueden ser usadas otras fuentes horarias, tales como las descritas en lo que antecede, en lugar de la emisión de WWVB.

En 406 el módulo de calidad horaria compara la primera señal horaria con la segunda señal horaria. Cada una de las señales horarias recibidas por el módulo de calidad horaria tiene una cota inherente de error referida a la precisión de la señal horaria. En una realización, el módulo de calidad horaria compara las señales horarias con respecto a sus respectivas cotas de error, para determinar si la primera fuente horaria ha fallado o no. Por ejemplo, dada la cota de error relativamente más pequeña, hallada en la hora obtenida desde una señal del GNSS, en comparación con la hallada en una hora obtenida de una emisión de WWVB, la hora basada en la señal del GNSS debería caer dentro de la cota de error de la hora basada en la emisión de WWVB. Sin embargo, si la señal horaria basada en el GNSS cae fuera de la cota de error de la señal horaria basada en WWVB, el módulo de calidad horaria detecta, en 408, que hay un error en la señal horaria basada en el GNSS.

Si, en 408, el módulo de calidad horaria determina que la primera fuente horaria no ha fallado, el módulo de calidad horaria distribuye la hora desde la primera señal horaria, como la referencia horaria de precisión, en 410. Si, en 408, el módulo de calidad horaria determina que la primera fuente horaria ha fallado, en 412 el módulo de calidad horaria alerta a un usuario en cuanto a que la mejor fuente horaria disponible ha fallado y que la hora puede no ser exacta. Además de alertar a un usuario del fallo, el módulo de calidad horaria, en 414, puede, optativamente, distribuir la hora desde la segunda señal horaria, como la referencia horaria de precisión.

Si bien el ejemplo de la Figura 4 está limitado a una señal horaria primera y segunda, el módulo de calidad horaria puede continuar comparando señales horarias, en el orden de las relativas cotas de error, más allá de solamente una señal horaria primera y segunda. Por ejemplo, la hora basada en WWVB puede ser comparada con la hora de un oscilador local

(teniendo en cuenta el grado de deriva del oscilador) para determinar si la fuente de WWVB ha fallado o no, etc.

La Figura 5 ilustra una segunda realización para determinar si una fuente horaria primaria, o la mejor disponible, ha fallado o no. Si bien las señales horarias en el ejemplo de la Figura 5 están descritas como señales específicas, pueden ser usadas otras señales con resultados similares. En 502 el dispositivo de distribución horaria recibe una primera señal horaria desde una primera fuente horaria, o la mejor fuente horaria disponible, y proporciona la señal horaria al módulo de calidad horaria. En una realización, la primera fuente horaria es una señal horaria recibida desde un sistema GNSS.

En 504 el dispositivo de distribución horaria usa la primera señal horaria para entrenar un oscilador desbloqueado para rastrear la hora proporcionada en la primera señal horaria. Mientras el oscilador está entrenado para rastrear la hora de la primera fuente horaria, debido a que el oscilador está desbloqueado, la hora proporcionada por el oscilador entrenado derivará desde la de la primera señal horaria. Sin embargo, el grado de deriva es bajo y el dispositivo de distribución horaria mantiene la relación de entrenamiento entre la primera señal y el oscilador, de modo que la deriva sea corregida.

En 506 el módulo de calidad horaria compara la primera señal horaria con el oscilador entrenado (nuevamente, teniendo en cuenta el grado de deriva asociado al oscilador entrenado). En una realización, un contador rastrea el número de oscilaciones del oscilador entre cada PPS recibido desde la primera señal horaria. Debido a que el oscilador está entrenado para la primera señal horaria, cualquier variación en el contador de oscilación entre PPS y PPS debería ser baja. Si hay un gran salto en la variación en el contador de oscilaciones, el módulo de calidad horaria, en 508, detecta un fallo de la primera fuente horaria. El umbral para determinar si el módulo de calidad horaria detecta o no un fallo de la fuente horaria puede depender de las características del oscilador usado. Por ejemplo, un oscilador de cristal compensado en temperatura (TCXO) puede tener un grado de deriva en la gama de las partes por millón, mientras que los osciladores de cristal controlados por horno y los osciladores basados en el cesio pueden tener un grado de deriva en la gama de las partes por mil millones. De tal modo, el umbral para el oscilador más exacto puede ser más alto. Si la variación en el contador de oscilaciones supera el umbral, el módulo de calidad horaria puede indicar un fallo de la primera fuente horaria.

35

En otra realización, el oscilador puede ser usado para validar mediciones de calidad horaria

transmitidas como parte de la fuente horaria. Por ejemplo, una señal de IRIG incluye una indicación de Calidad Horaria y de Calidad Horaria Continua. El módulo de calidad horaria puede usar el oscilador para validar la señal de calidad horaria recibida como parte de la fuente horaria.

5

Si, en 508, el módulo de calidad horaria determina que la primera fuente horaria no ha fallado, el módulo de calidad horaria distribuye la hora a partir de la primera señal horaria como referencia horaria de precisión, en 510. Si, en 508, el módulo de calidad horaria determina que la primera fuente horaria ha fallado, en 512 el módulo de calidad horaria alerta a un usuario en cuanto a que la mejor fuente horaria disponible ha fallado y que la hora puede no ser exacta. Además de alertar a un usuario del fallo, el módulo de calidad horaria, en 514, puede, optativamente, distribuir la hora desde el oscilador entrenado, o de una segunda fuente horaria, como la referencia horaria de precisión durante un periodo de rezago.

15

En algunas realizaciones, si ha de usarse una segunda fuente horaria para la referencia horaria de precisión, el módulo de calidad horaria puede determinar si la segunda fuente horaria es aceptable o no. Por ejemplo, el módulo de calidad horaria puede determinar si la hora proporcionada por la segunda fuente horaria cae o no dentro de un entorno aceptable de la hora actual proporcionada por el dispositivo de distribución horaria (p. ej., la hora marcada por el oscilador interno). Si la hora cae dentro del entorno aceptable, la segunda fuente horaria puede ser usada para proporcionar la referencia horaria de precisión.

Las realizaciones ejemplares precedentes proveen un sistema robusto para proporcionar una referencia horaria de precisión a dispositivos dependientes del tiempo, comparando varias señales horarias para determinar si la mejor fuente horaria disponible ha fallado o no. La Figura 6 ilustra una realización para determinar si una fuente horaria primaria, o la mejor disponible, ha fallado o no, en base a la ubicación del GNSS. En realizaciones donde el GNSS es la mejor fuente horaria disponible, la ubicación obtenida a partir de la señal del GNSS puede ser usada para verificar el fallo de la fuente horaria del GNSS. Este procedimiento es particularmente útil en realizaciones donde el dispositivo de distribución horaria está en una ubicación conocida y fija. En una realización, la ubicación conocida del dispositivo de distribución horaria puede ser ingresada por un usuario en el momento de la configuración y puede ser modificada según sea necesario. En otra realización, la ubicación conocida del dispositivo de distribución horaria puede ser calculada usando señales del GNSS.

En 602, el dispositivo de distribución horaria recibe la señal del GNSS. Si bien el ejemplo de la Figura 6 está descrito en términos de una única señal del GNSS, para mayor claridad, alguien medianamente experto en la técnica reconocerá que múltiples señales desde
5 diversos satélites del GNSS son usadas habitualmente en la determinación de la ubicación del receptor del GNSS, y pueden ser usadas para calcular más exactamente la ubicación del receptor del GNSS. En 604, el receptor del GNSS calcula la ubicación del dispositivo de distribución horaria, en base a la señal del GNSS recibida. El módulo de calidad horaria, en 606, compara la ubicación calculada del dispositivo de distribución horaria con la ubicación
10 conocida del dispositivo de distribución horaria y determina si la ubicación calculada cae o no dentro de una distancia umbral desde la ubicación conocida. Debido a que el cálculo de ubicaciones del GNSS varía en base a las técnicas empleadas por el receptor del GNSS, la distancia umbral puede variar entre un dispositivo y otro.

15 Si, en 608, el módulo de calidad horaria determina que la ubicación del GNSS cae dentro del umbral, el módulo de calidad horaria distribuye la hora del GNSS como la referencia horaria de precisión, en 610. Si, en 608, el módulo de calidad horaria determina que la ubicación del GNSS cae fuera del umbral y, por lo tanto, la fuente horaria del GNSS ha fallado, en 612 el módulo de calidad horaria alerta a un usuario en cuanto a que la mejor fuente horaria
20 disponible ha fallado y que la hora puede no ser exacta. Además de alertar a un usuario del fallo, el módulo de calidad horaria, en 614, puede, optativamente, distribuir la hora a partir de una fuente horaria secundaria, como la referencia horaria de precisión durante un periodo de rezago.

25 En otra realización, el módulo de calidad horaria puede calcular un grado de deriva de la ubicación usando la señal del GNSS, y comparar el grado de deriva de la ubicación con un umbral definido. Si el grado de deriva de la ubicación supera el umbral definido, el módulo de calidad horaria puede determinar, en 608, que la fuente horaria del GNSS ha fallado.

30 En una realización, el módulo de calidad horaria monitoriza la potencia de señal, instantánea y media, de la señal del GNSS. Si la potencia de señal instantánea es mayor que un umbral fijado para un número fijado de muestras, entonces el módulo de calidad horaria puede determinar que la fuente horaria del GNSS ha fallado. En tal caso, el módulo de calidad horaria puede alertar a un usuario y / o apoyarse en una señal horaria secundaria.

35

En otra realización, la constelación de satélites puede ser monitorizada. La constelación de

satélites se repite cada 24 horas. El módulo de calidad horaria puede determinar que la fuente horaria del GNSS ha fallado al detectar un cambio en la constelación de satélites. En tal caso, el módulo de calidad horaria puede alertar a un usuario y / o apoyarse en una señal horaria secundaria.

5

La descripción anterior proporciona numerosos detalles específicos para una comprensión exhaustiva de las realizaciones descritas en la presente memoria. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que uno o más de los detalles específicos pueden ser omitidos, o que pueden ser usados otros procedimientos, componentes o materiales. En algunos casos, las operaciones no se muestran o describen en detalle.

10

Si bien han sido ilustradas y descritas realizaciones y aplicaciones específicas de la revelación, ha de entenderse que la revelación no está limitada a la configuración precisa y a los componentes revelados en la presente memoria. Diversas modificaciones, cambios y variaciones, evidentes para los expertos en la técnica, pueden ser hechos en la disposición, el funcionamiento y los detalles de los procedimientos y sistemas de la revelación, sin apartarse del espíritu y el ámbito de la revelación.

15

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:

5 recibir, en un dispositivo de distribución horaria, una primera señal horaria desde una primera fuente horaria de precisión;

recibir, en el dispositivo de distribución horaria, una segunda señal horaria desde una segunda fuente horaria de precisión, independiente de la primera fuente horaria de precisión;

10 comparar, por parte de un componente de calidad horaria del dispositivo de distribución horaria, la primera señal horaria con la segunda señal horaria; y

detectar, por parte del componente de calidad horaria, un fallo de la primera fuente horaria de precisión, en respuesta a que la comparación muestra que una variación de la primera señal horaria con respecto a la segunda señal horaria supera un margen definido.

15

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la primera fuente horaria de precisión es una fuente horaria del sistema global de navegación por satélite (GNSS) y la primera señal horaria es una señal de pulsos por segundo (PPS) del GNSS.

20 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la segunda fuente horaria de precisión es una fuente horaria de WWVB y la segunda señal horaria es un PPS de WWVB.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

25 en respuesta a la detección de un fallo de la primera fuente horaria de precisión, apoyarse en la segunda fuente horaria de precisión.

5. Un sistema que comprende:

30 un primer receptor configurado para recibir una primera señal que incluye una primera señal horaria de precisión;

un segundo receptor configurado para recibir una segunda señal que incluye una segunda señal horaria de precisión, independiente de la primera señal horaria de precisión, en el que

35 la segunda señal horaria de precisión es relativamente menos precisa que la primera señal horaria de precisión;

una salida configurada para proporcionar una señal horaria de salida a un dispositivo electrónico inteligente (IED); y

5 un módulo de calidad horaria configurado para comparar la primera señal horaria de precisión con la segunda señal horaria de precisión y detectar una condición de error de la primera señal horaria de precisión, en respuesta a una variación de la primera señal horaria de precisión con respecto a la segunda señal horaria de precisión, que supera un umbral definido.

10

6. El sistema de la reivindicación 5, en el que la primera señal es una señal del sistema global de navegación por satélite (GNSS).

7. El sistema de la reivindicación 5, en el que la segunda señal es una señal de WWVB.

15

8. El sistema de la reivindicación 5, en el que la segunda señal es una señal horaria de red.

9. El sistema de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente un oscilador desbloqueado, entrenado para la primera señal horaria de precisión, en el que la segunda
20 señal horaria de precisión comprende una señal horaria proveniente del oscilador desbloqueado.

10. El sistema de la reivindicación 5, en el que, en respuesta a la detección de una condición de error, la salida está configurada para proporcionar la segunda señal horaria de precisión
25 al IED.

11. Un procedimiento que comprende:

30 recibir una señal del sistema global de navegación por satélite (GNSS), que incluye una señal horaria del GNSS, en un dispositivo de distribución horaria;

determinar, por parte del dispositivo de distribución horaria, si el GNSS ha fallado o no;

35 en respuesta a la determinación de que el GNSS ha fallado, indicar a un usuario una condición de error; y

en respuesta a la determinación de que el GNSS no ha fallado, emitir una hora basada en la señal horaria del GNSS.

12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la determinación de si el GNSS ha
5 fallado o no comprende:

comparar una ubicación determinada a partir de la señal del GNSS con una ubicación conocida del dispositivo de distribución horaria; y

10 determinar que el GNSS ha fallado, en respuesta a que la ubicación del GNSS varía con respecto a la ubicación conocida en más de un umbral definido.

13. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la determinación de si el GNSS ha fallado o no comprende:

15 comparar la señal horaria del GNSS con una señal horaria independiente; y

determinar que el GNSS ha fallado, en respuesta a que la señal horaria del GNSS varía con respecto a la señal horaria independiente en más de un umbral definido.

20 14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la señal horaria independiente es una señal de emisión del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología (NIST).

25 15. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la señal horaria independiente es generada por un oscilador.

16. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la señal horaria independiente es recibida mediante un protocolo de red.

30 17. El procedimiento de la reivindicación 13, que comprende adicionalmente:

en respuesta a la determinación de que el GNSS ha fallado, emitir una hora en base a la señal horaria independiente.

35 18. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la determinación de si el GNSS ha fallado o no comprende:

calcular un grado de deriva de ubicación, en base a la señal del GNSS;

comparar el grado de deriva de ubicación con un umbral definido; y

5

determinar que el GNSS ha fallado en respuesta a que el grado de deriva de ubicación supera el umbral definido.

19. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la determinación de si el GNSS ha
10 fallado o no comprende:

monitorizar la potencia de señal, instantánea y media, del GNSS; y

determinar que el GNSS ha fallado en respuesta a que la potencia de señal instantánea
15 supera un umbral definido para un número fijo de muestras.

20. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la determinación de si el GNSS ha
fallado o no comprende:

20 monitorizar la constelación de satélites; y

determinar que la fuente horaria del GNSS ha fallado, en respuesta a la detección de un
cambio en la constelación de satélites.

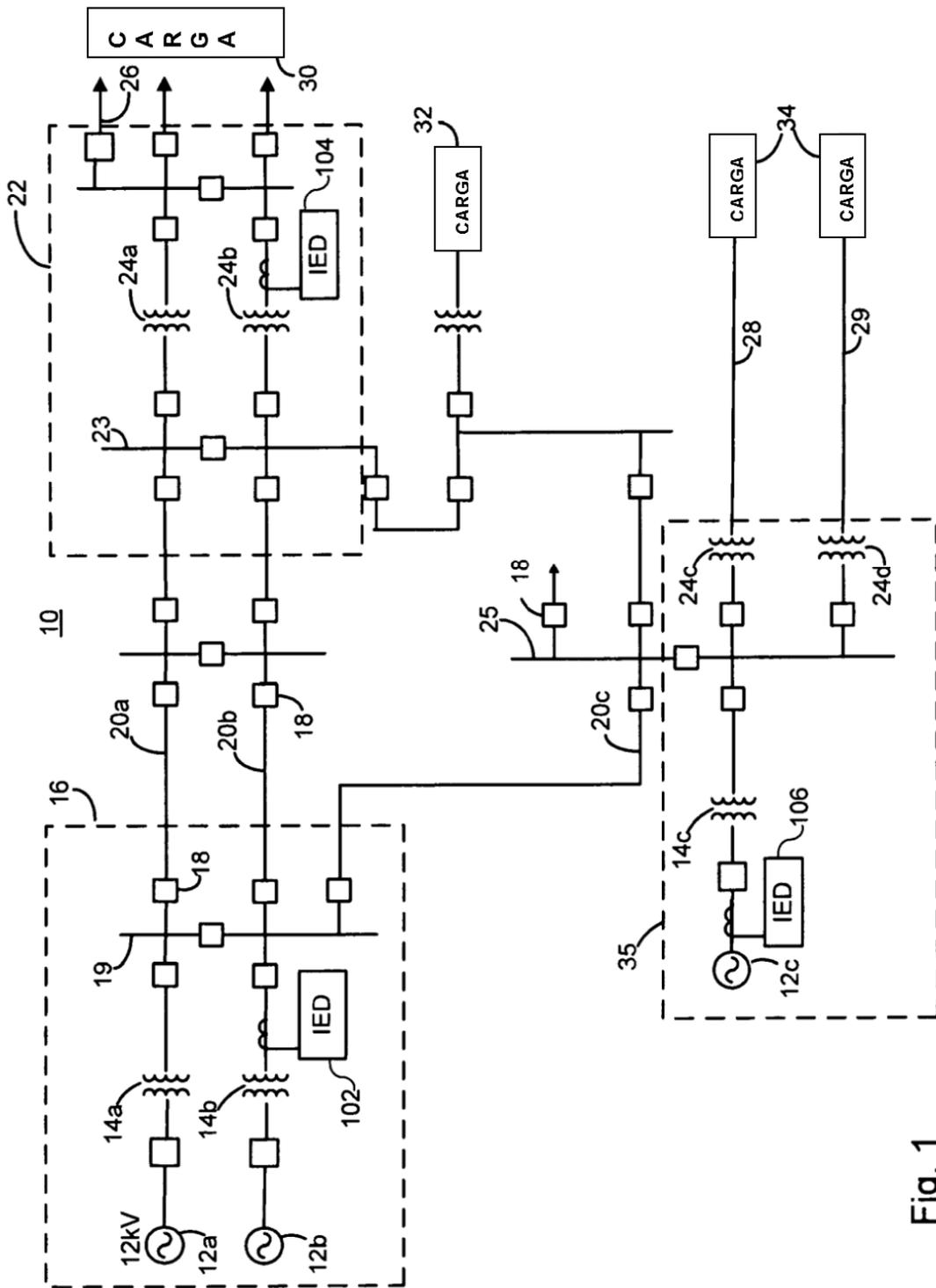


Fig. 1

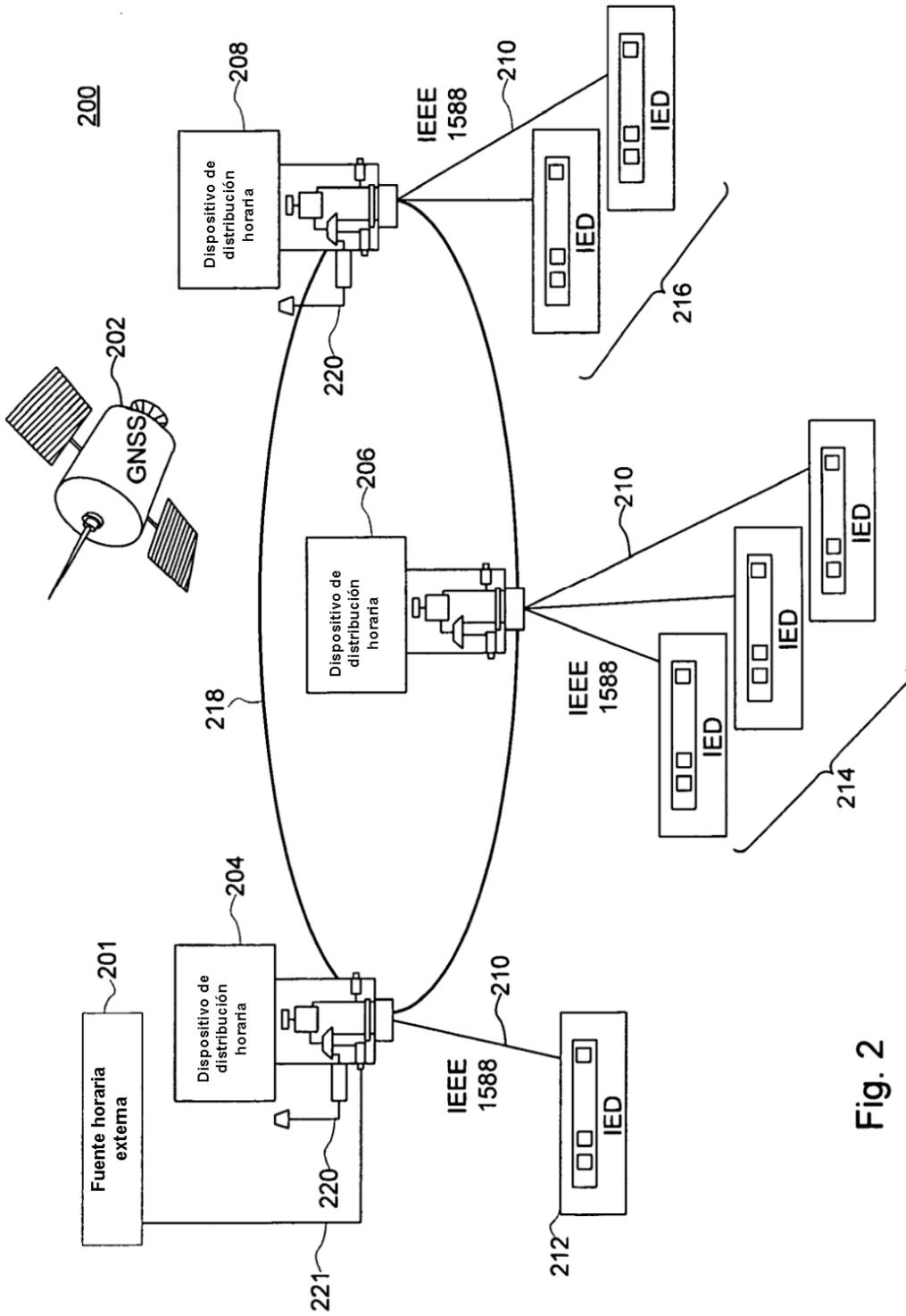


Fig. 2

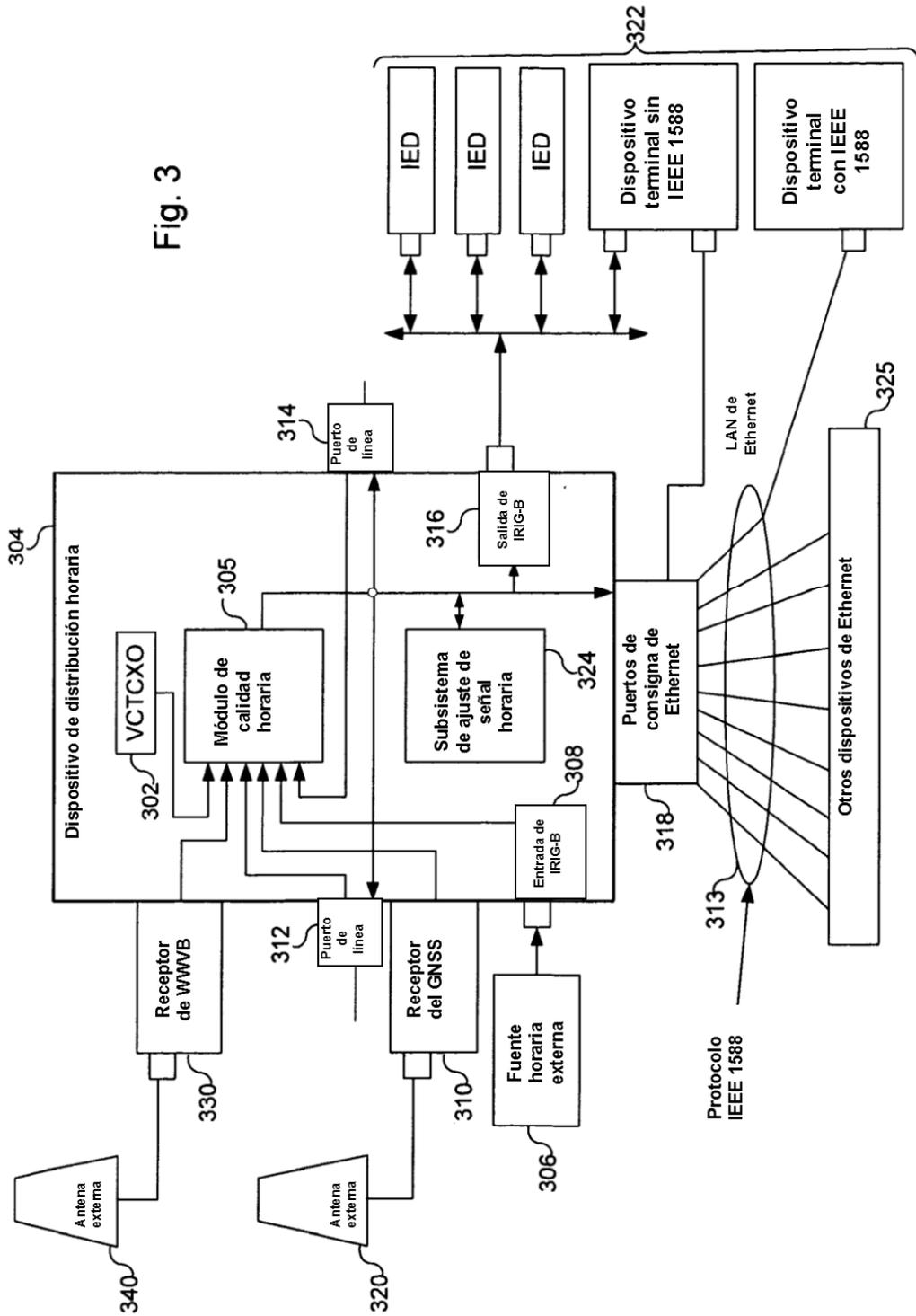


Fig. 3

Fig. 4

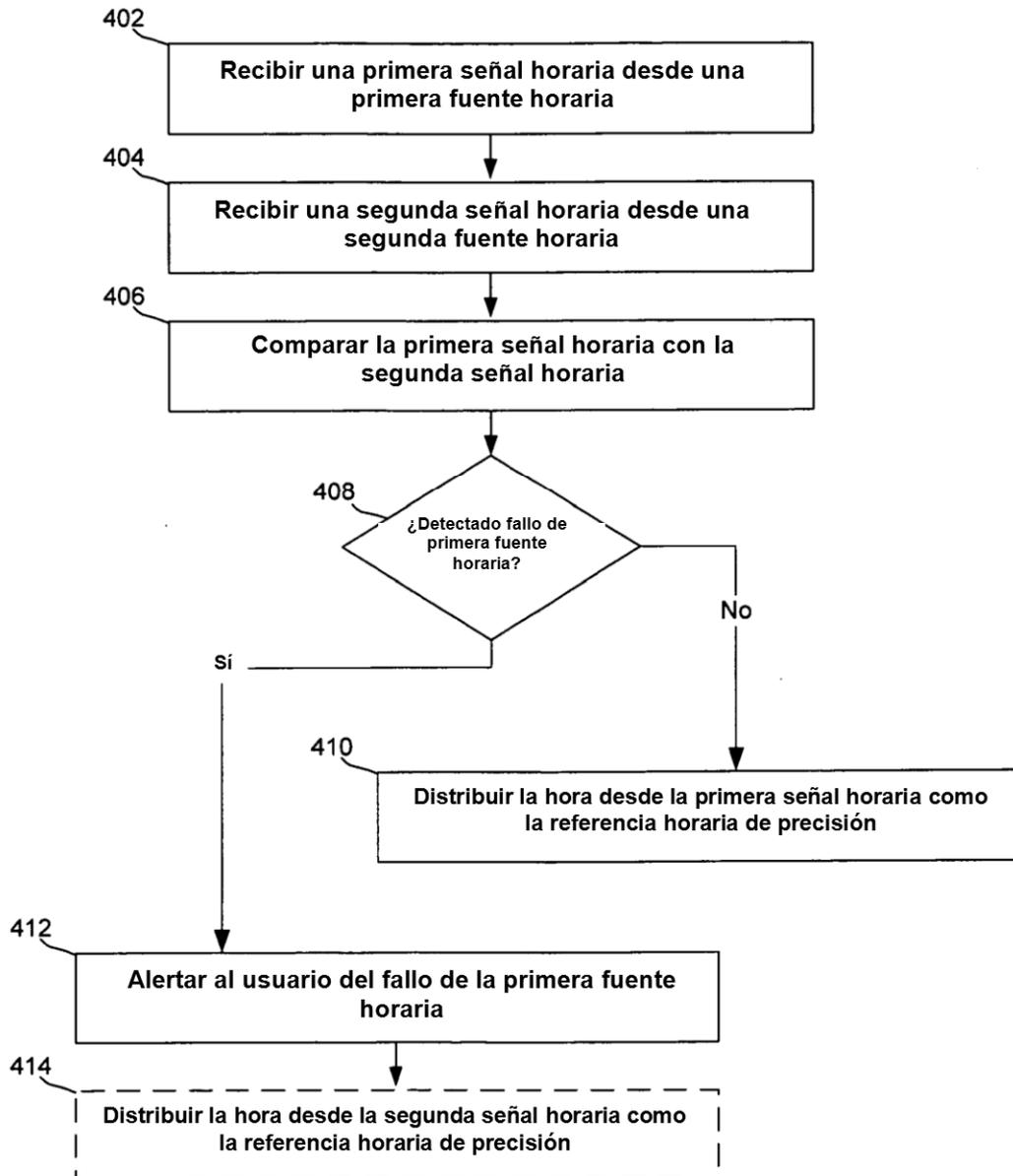


Fig. 5

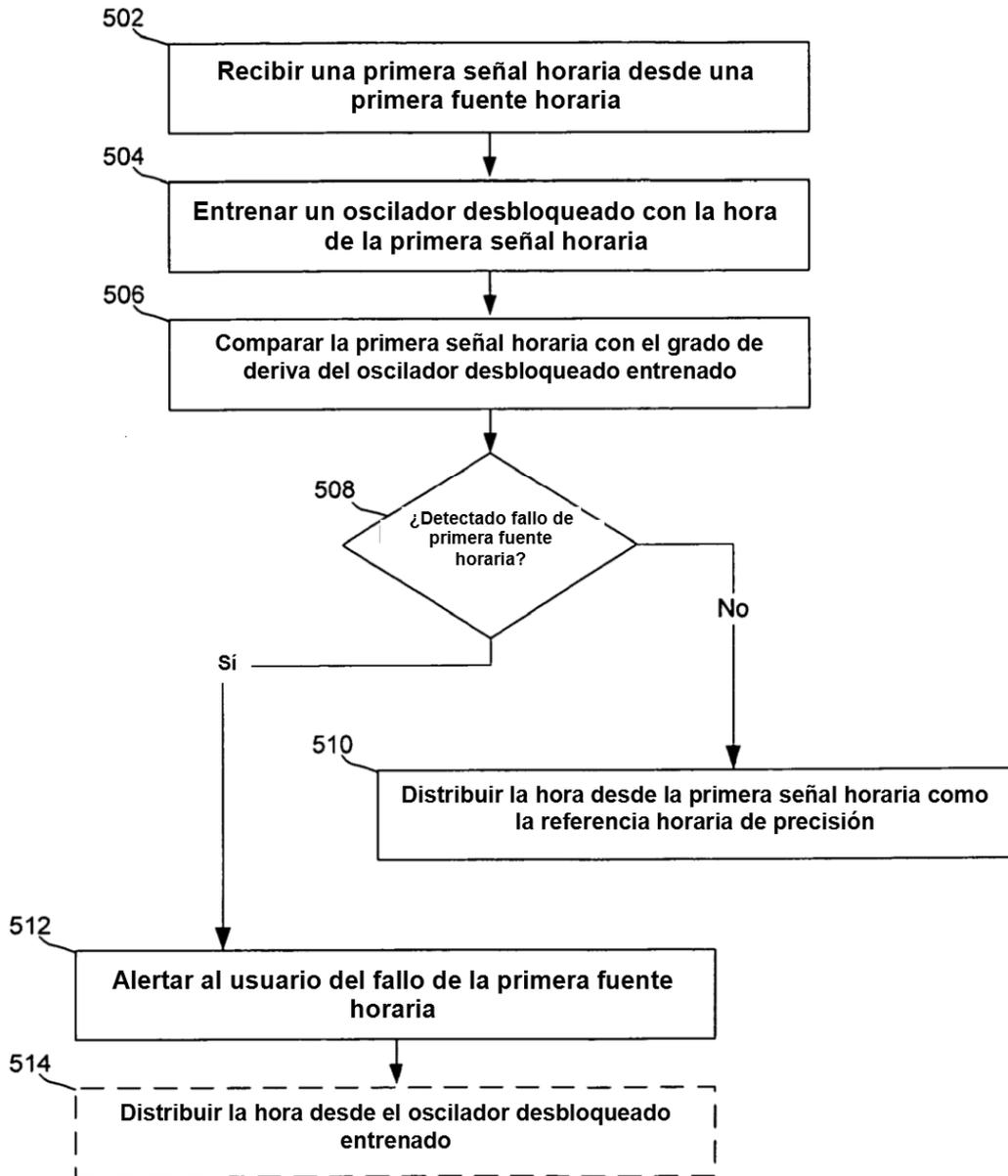


Fig. 6

