



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 840**

51 Int. Cl.:

G01S 1/00 (2006.01)

G01S 5/02 (2006.01)

G01S 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07111773 .3**

96 Fecha de presentación : **04.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1887379**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.02.2008**

54 Título: **Método y aparato para controlar una fuente de frecuencia.**

30 Prioridad: **01.08.2006 GB 0615233**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2009

73 Titular/es: **Roke Manor Research Limited**
Old Salisbury Lane
Romsey, Hampshire SO51 0ZN, GB

72 Inventor/es: **Weedon, Robert John**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 329 840 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

Método y aparato para controlar una fuente de frecuencia.

5 La presente invención hace referencia a un método y a un aparato para determinar el funcionamiento de un reloj y de una fuente de frecuencia, y también proporciona un método y un aparato para controlar el reloj y una fuente de frecuencia. Este aparato es aplicable, en particular, a un sistema de multilateración.

10 Muchos componentes de equipos electrónicos requieren de una fuente de frecuencia para su operación. En algunos equipos, la fuente debe tener un alto grado de precisión, e incluso en un mayor tipo de equipos, es necesario determinar la precisión, y también ajustar la fuente de frecuencia, dado que su funcionamiento varía. Un ejemplo de una aplicación del segundo tipo es una estación receptora en un sistema de multilateración. La invención se describirá en dicho contexto pero tendrá un rango de aplicaciones más amplio.

15 Un sistema de multilateración es una disposición de estaciones receptoras localizadas en diferentes localizaciones geográficas que reciben una señal transmitida desde un objeto cuya posición debe ser localizada. Por ejemplo, un sistema de posicionamiento de aeronaves es una aplicación actual de multilateración. La aeronave transmite una señal que es recibida por receptores situados en tierra y la hora de llegada, teniendo en cuenta que se conoce la posición de los receptores, es utilizada para determinar la posición de la aeronave en el momento de la transmisión. En el documento GB2250154 A se describe un sistema de este tipo cuyos componentes se incluyen aquí como referencia.

20 Cada estación receptora en el sistema necesita una fuente de frecuencia precisa para un funcionamiento eficaz. Como se apreciará, para tales aplicaciones críticas en cuanto a seguridad que conllevan a menudo aeronaves viajando a gran velocidad, la precisión y la confiabilidad no son temas triviales. Por lo tanto no resulta inusual tener costosas referencias de frecuencia local basadas en un reloj atómico, tales como un oscilador de rubidio o cesio. Sin embargo, incluso éstas sufren desviaciones en el funcionamiento, particularmente debido a los cambios medioambientales como, de manera particular, la variación de la temperatura en relación a los osciladores de rubidio.

30 Es importante para la precisión, que todas las estaciones receptoras tengan referencias de frecuencia que proporcionen la misma frecuencia dentro de ciertos límites de precisión. Este proceso se denomina sintonización.

35 Se ha propuesto alcanzar la sintonización en un sistema de multilateración mediante un proceso de intercambio de mensajes entre las estaciones receptoras y un controlador central. Sin embargo, este proceso se considera no recomendable, ya que incrementará el tráfico de comunicaciones entre estaciones y también tendrá que atender al efecto de una estación (o de un enlace de comunicación entre las estaciones) que presente una falla que la vuelva incapaz de comunicar los datos requeridos o de actuar según las instrucciones solicitadas.

40 El documento US 5155490 revela un método de sincronización de relojes de estaciones base utilizando señales GPS, como se menciona en la parte predescriptiva de la reivindicación independiente.

45 La presente invención proporciona un método y un aparato que elimina o disminuye el requerimiento de comunicaciones entre estaciones y que es más rápido que lo existente en el arte anterior. Un aspecto de la invención proporciona un método y un aparato para permitir la determinación del funcionamiento de un reloj para controlar la referencia de frecuencia.

50 Según la invención, en un primer aspecto se proporciona un método para determinar un desfase de tiempo de un reloj local en un receptor que consiste en recibir una señal desde una fuente externa en un primer momento y en un segundo momento respectivos, determinar a partir de la señal un rango Doppler acumulado (ADR, por sus siglas en inglés) respectivo en un receptor en el primer y segundo momento respectivos, determinar un rango desde la fuente externa hasta el receptor, determinar la frecuencia de señal, determinar a partir del rango, la frecuencia de señal y la desviación de reloj respectiva a los rangos Doppler acumulados respectivos en los momentos respectivos, y determinar a partir de las desviaciones de reloj respectivas la variación del reloj local, caracterizado por determinar un valor de pseudorango a la fuente de la señal, restando el valor de rango al valor de pseudorango para determinar un residual de pseudorango y ajustar el reloj de acuerdo con el residual para minimizar el residual con el transcurso del tiempo.

60 Preferentemente, la variación se determina restando la primera y segunda desviación y dividiendo por el intervalo de tiempo entre el primer y el segundo momento.

Convenientemente, la señal es una señal del Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS, por sus siglas en inglés) y en particular una señal GPS transmitida desde un satélite.

65 Un segundo aspecto de la invención proporciona un aparato.

El reloj puede utilizarse para proporcionar una fuente de frecuencia y el aparato se encuentra incorporado, de acuerdo con un aspecto adicional, en un sistema de multilateración.

ES 2 329 840 T3

A continuación se describirá una realización específica de la invención en referencia a, e ilustrada por, los dibujos anexos, en los cuales:

la Figura 1 muestra una estación receptora en un sistema de multilateración operando de acuerdo a la invención; y

la Figura 2 muestra una estación receptora de un sistema de multilateración mostrado en la Figura 1.

Como se muestra en la Figura 1, un sistema de multilateración 1 incluye diversas estaciones receptoras en tierra 2 a 6, interconectadas a una estación controladora 8. El sistema de multilateración lleva a cabo una función de multilateración en señales transmitidas desde la aeronave 9 con el fin de determinar su ubicación. Un sistema de multilateración se describe en el documento GB2250154 A y esta parte de la operación del sistema no requiere ninguna explicación posterior para aquellas personas expertas en el arte.

La Figura 2 muestra una de las estaciones receptoras etiquetada con el número 2 por razones de conveniencia, aunque todas las estaciones receptoras son idénticas. Además de una sección receptora de multilateración (no mostrada), para recibir la señal de la aeronave 9 para ser utilizada en el proceso de multilateración, existe también un receptor de Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) 20. Éste recibe una señal GPS desde un satélite 10 mostrado en la Figura 1 (también puede tratarse de otro Sistema Mundial de Navegación por Satélite). La salida del receptor GPS es transmitida a un controlador de fuente de frecuencia 21. Éste produce una señal de control de reloj para ser transmitida a una fuente de frecuencia 22. La fuente de frecuencia 22 es un reloj atómico de rubidio. También es posible utilizar otros tipos de relojes.

El receptor GPS 20 incluye, como se muestra en la Figura 2, una sección decodificadora del receptor 23 que decodifica las señales que llegan desde el satélite 10, un determinador de rango 24 para determinar el rango del satélite, un determinador de rango Doppler acumulado 25, un determinador de pseudorango 26. La señal de satélite decodificada por el receptor/decodificador 23 proporciona datos con respecto a la posición del satélite. Estos datos se cargan en una división de memoria 27. Una división de memoria adicional 28 almacena la posición de la estación receptora proporcionada cuando la estación es autorizada.

El determinador de rango 24 determina el rango R al satélite, mediante la referencia a los datos de posición almacenados en las divisiones de memoria 28 y 27 y determinando la distancia entre la posición del receptor y la posición del satélite.

El determinador ADR 25 determina el rango Doppler acumulado (ADR) desde la estación receptora 2 hasta el satélite 10. Los datos ADR, o de fase portadora, son proporcionados por receptores GNSS de alta calidad y son una medición del rango al satélite, derivados del portador subyacente más que de datos modulados sobre él. El cálculo de ADR es bien conocido por aquellas personas experimentadas en el arte del diseño de receptores GNSS.

El determinador de pseudorango 26 determina el pseudorango desde la estación receptora hasta satélite 10. El pseudorango es una medición de la distancia desde el satélite hasta el receptor, incluyendo términos relacionados con el desfase en el tiempo del GNSS y el reloj receptor.

Los valores determinados son transmitidos al controlador de fuente de frecuencia 21 que incluye un procesador 30 y una memoria asociada 31. Está programado para proporcionar bloques de funcionalidad y en particular proporciona un determinador de desviación 32 y un determinador de variación 33. La memoria 31 incluye una memoria 36 asignada para las instrucciones del programa que controla la operación del procesador 30, una memoria de desviación 37 para almacenar los datos de desviación derivados, una memoria de rango 39 para almacenar los datos de rango y una memoria ADR 40 para almacenar los datos ADR.

El determinador de desviación 32 accede a los valores ADR desde la memoria 38. Deriva para cada par de valores sucesivos en un intervalo de primer y segundo momento la desviación del receptor de la relación

$$b_{ep}(t1) = -ADR1/f - R/C \quad \text{y} \quad b_{ep}(t2) = -ADR2/f - R/C$$

donde t1 es el intervalo del primer momento y t2 es el intervalo del segundo momento, ADR1 y ADR2 son los valores ADR en intervalos de tiempo t1 y t2, f es la frecuencia GPS L1= 1575.42 MHz, C es la velocidad de la luz y R es el rango desde la memoria de rango 39 donde CP significa fase portadora.

Los valores de desviación son luego almacenados en la memoria de desviación 37.

El determinador de variación 35 calcula después la variación d a partir de los valores almacenados en la memoria de desviación utilizando la relación:

$$d = \frac{b_{ep}(t2) - b_{ep}(t1)}{t}$$

ES 2 329 840 T3

Cuando t es el tiempo entre t_1 y t_2 , para un intervalo de tiempo de un segundo la variación está dada por:

$$d = b_{ep}(t_2) - b_{ep}(t_1)$$

La variación d es una medición de lo mucho que la fuente de frecuencia 22 varía con respecto al valor correcto y el controlador de fuente de frecuencia 21 deriva de este valor e instrucción para ser transmitido a la fuente de frecuencia para acelerarse o atrasarse según sea apropiado.

Se ha determinado que este proceso funciona correctamente para regular la fuente de frecuencia 21 durante cortos períodos de tiempo. Sin embargo, en el método el pseudorange se determina y utiliza para corregir la fuente de frecuencia 22 con respecto a un rango más amplio de variación. El pseudorange es determinado por el receptor GPS 20. En un próximo paso, el controlador de fuente de frecuencia 21 determina un valor de corrección N de la relación:

$$N = R - \text{pseudorange}$$

El valor N se utilizará para generar una señal de control como antes para acelerar o atrasar la fuente de frecuencia 22 según sea apropiado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar un desfase de tiempo de un reloj local (22) en un receptor (2-6), que consiste en recibir una señal desde una fuente externa (10) en un primer momento y en un segundo momento respectivos, determinar a partir de la señal un rango Doppler acumulado respectivo en un receptor (2-6) en un primer y segundo momento respectivos, determinar un rango desde la fuente externa (20) hasta el receptor (2-6), determinar la frecuencia de señal, determinar a partir del rango, la frecuencia de señal y la desviación de reloj respectiva a los rangos Doppler acumulados respectivos en los momentos respectivos, y determinar a partir de las desviaciones de reloj respectivas la variación del reloj local (22), **caracterizado** por la determinación en el receptor de un pseudorango entre el receptor y la fuente de señal, restando el rango al pseudorango para determinar un factor de corrección aproximado de reloj y aplicando el factor de corrección aproximado de reloj al reloj (22).

2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, donde la variación del reloj es utilizada para derivar una señal de corrección de reloj para ser aplicada en el reloj (22).

3. Un método según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes que consta del paso de aplicar la señal de reloj a un generador de frecuencia local.

4. Un método según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde la señal es una señal del Sistema Mundial de Navegación por Satélite.

5. Un aparato para proporcionar una señal de control a un reloj en una estación receptora (2-6) que consta de:

un receptor (2-6) para recibir una señal desde una fuente de señal externa (10) en un primer momento y en un segundo momento respectivos;

medios de determinación ADR (25) para determinar a partir de la señal un rango Doppler acumulado (ADR) respectivo en el receptor, en el primer y segundo momento respectivos;

medios de determinación de rango (24) para determinar un rango desde una fuente externa hasta un receptor;

medios de determinación de señal (21) para determinar la frecuencia de señal;

medios de determinación de desviación (32) para determinar a partir del rango, la frecuencia de señal y la desviación de reloj respectiva a los rangos Doppler acumulados respectivos, en los momentos respectivos; y un medio de determinación de variación (35) para determinar a partir de las desviaciones de reloj respectivas la variación del reloj local (22); **caracterizado** por un determinador de pseudorango (20) para determinar en el receptor un pseudorango entre el receptor y la fuente de señal, y medios para restar el rango al pseudorango para determinar un factor de corrección aproximado de reloj, y medios para aplicar el factor de corrección aproximado de reloj al reloj (22).

6. Un aparato según lo reivindicado en la reivindicación 5 que consta de un controlador de fuente de frecuencia (21) para derivar a partir de la desviación del reloj una señal de corrección de reloj para ser aplicada al reloj (22).

7. Un método según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes que consta de medios para aplicar la señal de reloj a un generador de frecuencia local.

8. Un aparato según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde el receptor es un receptor del sistema de posicionamiento GNSS capaz de recibir señales GNSS desde la fuente remota.

9. Un sistema de multilateración que consta de una pluralidad de estaciones receptoras que constan de un aparato según lo reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

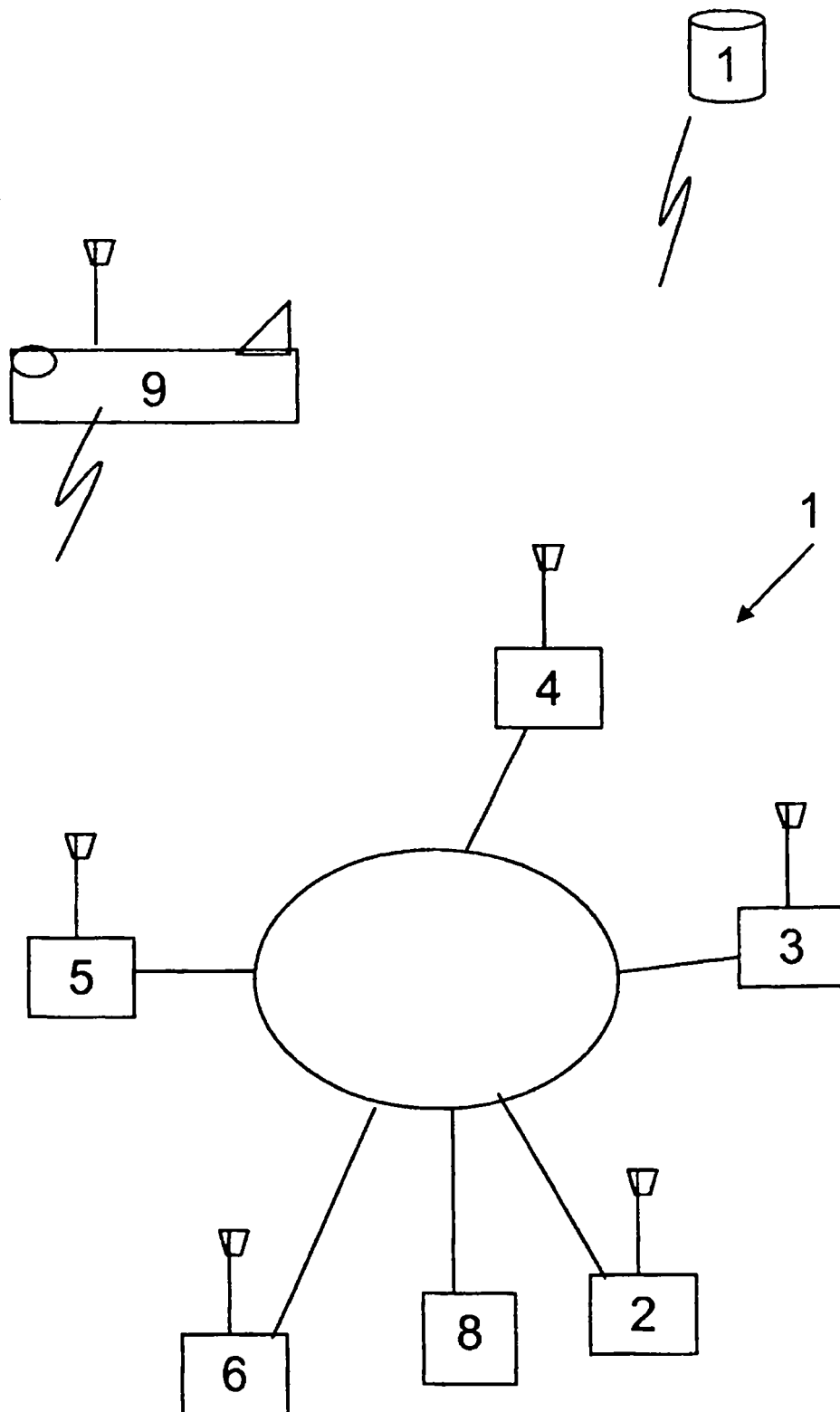


Figura 1

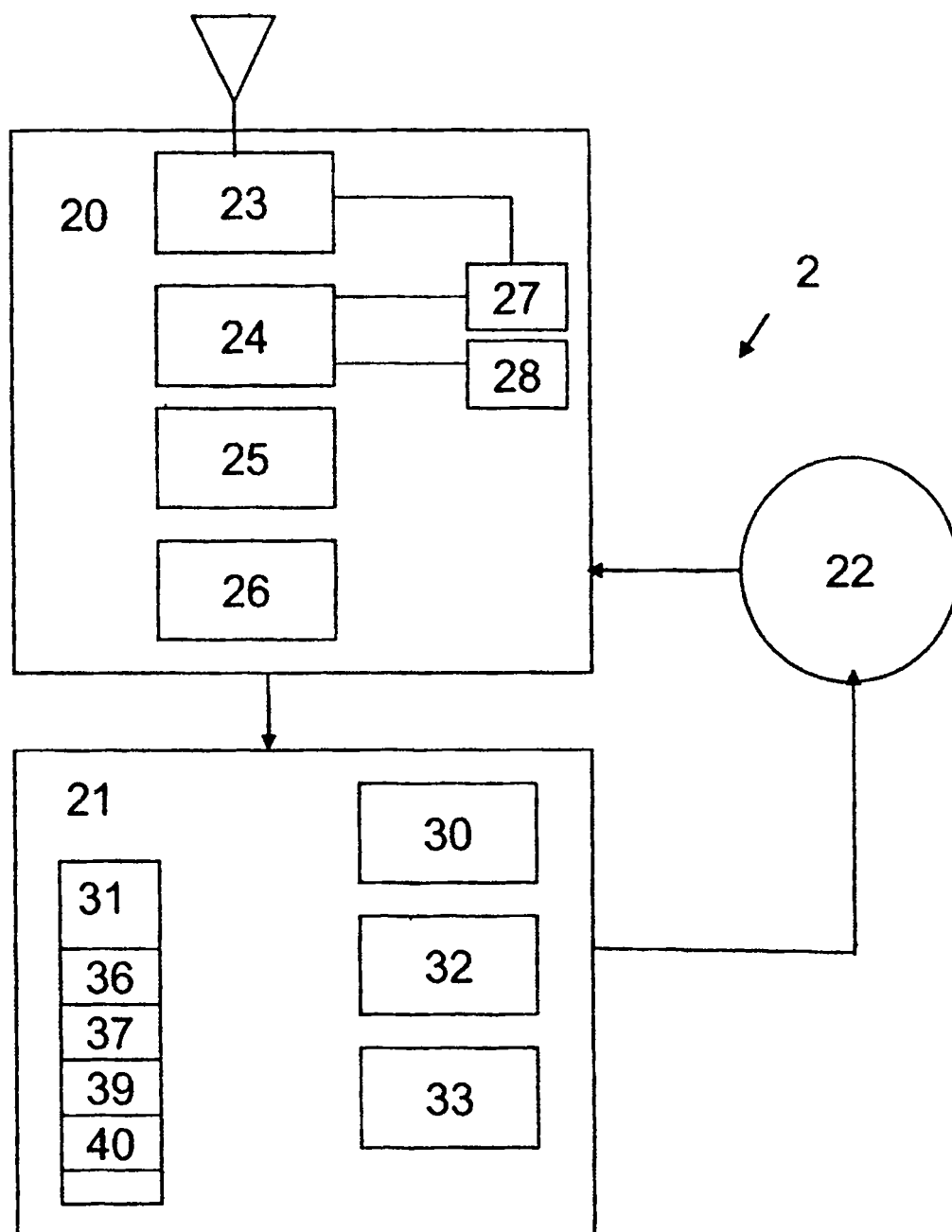


Figura 2