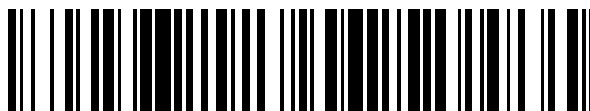


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 475 494**

51 Int. Cl.:

H04B 7/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2001** **E 05106679 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014** **EP 1605610**

54 Título: **Sincronización de estaciones base para sistemas de comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:

07.04.2000 US 195543 P
04.08.2000 US 223405 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
10.07.2014

73 Titular/es:

INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION
(100.0%)
200 Bellevue Parkway, Suite 300
Wilmington, DE 19809 , US

72 Inventor/es:

DICK, STEPHEN G. y
ZEIRA, ELDAD

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 475 494 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sincronización de estaciones base para sistemas de comunicaciones inalámbricas

5 **ANTECEDENTES**

La presente invención se refiere, en general, a sistemas de comunicación digital. Más concretamente, la invención se refiere a un sistema y a un método de sincronización de una pluralidad de estaciones base en una red de comunicaciones celular.

10

Los protocolos propuestos inalámbricos de tercera generación requieren una solución que está basada en un procedimiento sencillo, pero costoso, de requerir que cada estación base sea sincronizada exteriormente a una fuente externa altamente exacta.

15

Las técnicas que soportan sincronización de estaciones base requieren que una estación base escuche pasivamente a transmisiones de sincronización procedentes de sus próximas o vecinas, por ejemplo el canal de sincronización (SCH: Synchronization Channel) o el canal físico de control común (CCPCH: Common Control Physical Channel), y sigue procedimientos similares a los realizados por equipo de usuario (UE: User Equipment) con el fin de sincronizar. Otro modo de proceder requiere que cada estación base envíe ocasionalmente un impulso de sincronización especial en coordinación con uno o más de sus oyentes próximos para transmisión. Todavía otra solución de UE mide la diferencia de tiempos de llegada de transmisiones procedentes de cada una de dos células (TDOA). Estas técnicas utilizan una fuente precisamente exacta en cada estación base. Puesto que cada estación base tiene esta fuente, estas técnicas son costosas e inconvenientes.

20

25

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema y un método que permitan la sincronización rápida, eficaz y menos cara entre estaciones base funcionales sin consumir recursos físicos adicionales.

El documento US 4.558.570 describe un sistema de comunicación que realiza la comunicación móvil de acceso múltiple por división de tiempo utilizando la radio en una zona de servicio en la cual está dispuesta una pluralidad de estaciones base conectadas a una estación central a través de una red de comunicación. La estación central selecciona y designa una estación base maestra y una estación base seleccionada cercana a la estación base maestra. La estación central también designa secuencialmente estaciones base para monitorizarse entre sí, y además dar a cada estación base criterios para juzgar una anomalía, por tanto estableciéndose una red de monitorización.

30

35

SUMARIO

La presente invención se refiere a un sistema y a un método para sincronizar en tiempo una pluralidad de estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbrico. El sistema determina una estimación de una exactitud de temporización asociada con cada estación base. Cuando una exactitud de temporización de estación base está por encima de un umbral, el sistema determina si existe una estación base próxima con una mejor exactitud de temporización. La estación base por encima del umbral se ajusta en respuesta a una diferencia estimada entre esa estación base y la estación base próxima.

40

Otros objetos y ventajas del sistema y el método resultarán evidentes para los expertos en la técnica después de la lectura de la descripción detallada de la realización preferida.

45

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un controlador de red de radio (RNC: Radio Network Controller) hecho de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

50

La figura 3 es un diagrama de bloques de una estación base y UE hechos de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.

La figura 4 es una ilustración de diseño de calidad de tiempo jerárquico hecho de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

Las figuras 5a y 5b son un diagrama de flujo del sistema de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

55

DESCRIPCION DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Las realizaciones preferidas de la presente invención serán descritas con referencia a las figuras de los dibujos, en las que los mismos números representan elementos similares en todas ellas.

60

La figura 1 ilustra un acceso múltiple de división de código (CDMA: Code Division Multiple Acces) de espectro extendido inalámbrico simplificado o sistema de comunicaciones 18 dúplex de división de tiempo (TDD: Time Division Duplex). El sistema 18 comprende una pluralidad de Nodos B 26, 32, 34, una pluralidad de RNCs, 36, 38,...40, una pluralidad de equipos de usuario (UE) 20, 22, 24, y una red de núcleo 46. Un nodo B 26 dentro del sistema 18

comunica con equipo de usuario (UE) asociado 20-24. El nodo B 26 tiene un controlador de lugar (SC: Site Controller) único 30 asociado con una estación base cualquiera única 30, o estaciones base múltiples 30₁...30_n. Cada estación base tiene una región geográfica asociada, conocidas como celda o célula. Se debe conocer que incluso aunque se describa sincronización de estación base, también se puede realizar sincronización de célula utilizando la presente invención.

Un Grupo de nodos B 26, 32, 34 están conectados a un controlador de red de radio (RNC) 36. Los RNCs 36...40 están también conectados a la red de núcleo 46. Por brevedad, lo siguiente se refiere sólo a un nodo B, pero la presente invención se puede aplicar fácilmente a nodos B múltiples.

De acuerdo con una realización preferida, el RNC 36 mantiene la sincronización de la estación base dentro y entre el nodo BS 26, 32, 34. Con referencia a la figura 2, el RNC 36 puede requerir mediciones desde una estación base 30₁...30_n ó UE 20, 22, 24 a través de su generador de mensajes 53; recibir mediciones a través de su dispositivo 54 de recepción de mediciones; actualizar de manera óptima sus estimaciones de estados sobre la base de estas mediciones utilizando su controlador de sincronización 55; y gestionar un conjunto de estados almacenados en una matriz de covarianza 57. Los estados almacenados se utilizan para sincronización y representan el error de tiempo de cada estación base 30 relativa a una referencia, al régimen de cambio de cada error de tiempo y al retardo de transmisiones entre las estaciones 30.

El RNC 36 gestiona también un conjunto de mediciones almacenadas en una base de datos 59 que comprende: tiempo de llegada de una forma de onda medida (es decir, impulso de sincronización); diferencia de tiempos de llegada de transmisiones procedentes de dos estaciones base según son medidas por un UE 20; y estimaciones de incertidumbres de estado e incertidumbres de medición. El RNC 36 utiliza filtración avanzada, tal como de filtros Kalman, para estimar parámetros que definen desplazamiento relativo de reloj y para definir parámetros tales como el exacto intervalo entre un elemento y otro. El desplazamiento de tiempo estimado se utiliza para inferir la discordancia de frecuencias entre las referencias de frecuencias de las respectivas estaciones base y verificaciones razonables para asegurar que mediciones groseramente inexactas no perturben el proceso.

El RNC 36 asigna una calidad de tiempo a cada estación base 30₁...30_n. Esta calidad de tiempo es medida por el RNC 36 seleccionando una estación base como la referencia base de tiempos para todas las otras. A todas las otras estaciones base se les asigna una calidad de tiempo variable que es actualizada sobre la base de mediciones y correcciones aplicadas. La calidad de tiempo puede ser un entero (por ejemplo de 0 a 10). Un valor de calidad inferior implica una mayor exactitud. Alternativamente, la calidad puede ser una variable continua (punto de flotación). A la estación base de referencia (estación base maestra) se le asigna de preferencia permanentemente una calidad de 0. A todas las otras estaciones restantes se les asignan valores que varían y son ajustados con respecto al de la estación base de referencia. Para ilustrar este diseño jerárquico de calidad de tiempo, la figura 4 representa una estación base maestra en la que a todas las estaciones base auxiliar o esclava 1, auxiliar 2, auxiliar 3, se les asignan valores de calidades de tiempo que varían con respecto al de la estación base maestra. En una realización, a la calidad de tiempo de estaciones base auxiliar 2 se le asignan valores que varían con respecto a las estaciones base auxiliar 1, y a las estaciones base auxiliar 3 se les asignan valores que varían con respecto a estaciones base auxiliar 2.

El modo normal de funcionamiento del RNC 36 actualiza una matriz de covarianza 57 para los estados almacenados en la base de datos 59 del RNC, una vez por cada una determinada unidad de tiempo (por ejemplo, una vez por cada cinco segundos o un tiempo determinado por un operador). Un elemento de la matriz de covarianza 57 es la varianza estimada de cada error de tiempo de estación base.

Cuando una varianza de error de tiempo de estación base excede un umbral predeterminado, el RNC 36 inicia un mensaje para soportar esa actualización de error de tiempo de estación base. La actualización es realizada en una de tres maneras: en primer lugar, a la estación base en cuestión se le dan instrucciones para medir el tiempo de llegada a la estación base (BSTOA: Base Station Time Of Arrival) de un impulso de sincronización desde una estación base próxima 30₁...30_n; en segundo lugar, se dan instrucciones a una estación base próxima 30₁, 30₂...30_n con mejor calidad para medir el BSTOA de la transmisión de la estación base en cuestión; o en tercer lugar, un UE mide el BSTOA de impulsos de sincronización de esas estaciones base y una estación base próxima 30₁, 30₂...30_n.

En las maneras de actuación primera y segunda que utilizan BSTOA de estación base a estación base, se observa el tiempo de llegada de una transmisión de estación base a otra. Con referencia a la figura 3, una estación base 30₁ de transmisión envía una pauta de transmisión conocida en un tiempo previamente definido. Esta pauta de transmisión puede ser un impulso de sincronización desde el operador 62 de impulsos de sincronización de la estación base 30₁, que pasa a través del aislador 64 antes de ser irradiado por una antena 70. La estación base 30₁ de recepción detecta la forma de onda transmitida utilizando su dispositivo de medición 60, el cual da salida a un valor grande cuando la señal recibida coincide con la sintonía esperada. Si la receptora y la transmisora estaban en la misma situación y tenían relojes precisamente sincronizados, la salida del dispositivo de medición 60 ocurriría en el mismo tiempo que la forma de onda transmitida. Sin embargo, la desalineación de relojes y el retardo de trayectoria de transmisión originan una diferencia de tiempos.

El retardo de trayectoria de transmisión está definido por la Ecuación 1:

$$R/c + x$$

Ecuación 1

R/c es la distancia, R, entre una unidad de transmisión y una unidad de recepción, dividida por la velocidad de la luz, c. El término x se refiere a retardos de equipo. Cuando las estaciones base están muy separadas, la cantidad R/c domina normalmente. Las ondas de radio se desplazan a la velocidad de la luz, aproximadamente 3×10^8 metros por segundo. El objetivo de la sincronización de la estación base es alinear las estaciones base a dentro de 1-3 microsegundos. Por lo tanto, cuando las estaciones base están separadas por una distancia del orden de 1 km o más, las distancias son significativas. Sin embargo, para pico o micro células separadas por decenas de metros, las distancias son insignificantes en comparación con la exactitud de medición, x, que domina.

Sobre la base de estas consideraciones, cuando se intenta sincronizar estaciones base muy separadas (más de 1 km) el conocimiento de la separación es importante. Cuando se intenta sincronizar estaciones base dentro de 50 metros aproximadamente, las posiciones exactas resultan irrelevantes. Después de ser realizada la medición de BSTOA, es sustraída la distancia de propagación conocida, almacenada en la base de datos 59 de RNC, y la diferencia es considerada la desalineación en tiempo entre las estaciones base.

La tercera manera de actuación mide la diferencia relativa de tiempos de llegada (TDOA: Time Difference Of Arrival) entre dos transmisiones enviadas por dos estaciones base diferentes según ha sido observada por una UE. El UE mide y reporta la TDOA entre transmisiones desde dos estaciones base. El RNC 36 envía un mensaje al UE 20, 22, 24 para medir la TDOA de dos estaciones base. Tras la recepción de este mensaje, el UE 20, 22, 24 recibe la transmisión de las dos estaciones base, a través de su antena 72 y el aislador 64, y mide la TDOA utilizando el dispositivo 68 de recepción de la medición de UE y transmite las medidas a su estación base asociada.

Si se conoce la posición de UE (es decir, se conoce su distancia a cada una de las dos estaciones base r_1 y r_2) y se corrige la temporización de ambas estaciones base, la diferencia de tiempos de llegada (TDOA) está definida por la Ecuación 2.

$$(r_1 - r_2)/c$$

Ecuación 2

Las desviaciones medidas a partir de este valor serían un indicador de desalineación base de tiempos. Como es sabido por los expertos en la técnica, si las distancias r_1 y r_2 son suficientemente pequeñas, como sería cierto para células de tamaño pico, no sería necesario conocer sus valores. La diferencia de tiempos de llegada observada puede ser utilizada directamente como una medida de diferencia de tiempos de transmisión.

Una vez que se elige el modo de actuación, se transmite el mensaje apropiado ya sea a una estación base $30_1 \dots 30_n$ ó a un UE 22, 24, 20. Si el mensaje es enviado a una estación base 30_1 , se dice a la estación base 30_2 qué próxima o vecina controlar y medir. Si el mensaje es a un UE 22, se dice al UE 22 qué estación base medir en adición de su propia estación base.

Con referencia de nuevo a la figura 2, el RNC 36 ha almacenado la distancia entre cada estación base $30_1 \dots 30_n$ dentro de su base de datos 59. A continuación efectúa una verificación para ver si es una estación base próxima 30_1 que tiene una mejor calidad de tiempo que la estación base 30_2 . Una vez que se encuentra tal estación base próxima o vecina 30_1 , es iniciado un mensaje a la estación base próxima 30_1 para tomar una medida desde la estación base 30_2 "fuera de sincronización". Alternativamente, el RNC 36 es capaz de enviar un mensaje a la estación base 30_2 "fuera de sincronización" y solicita que se tome una medida de la estación base próxima 30_1 . La estación base solicitada, para los fines de esta realización, la estación base 30_2 "fuera de sincronización", toma entonces la medición de la estación base 30_1 "en sincronización" y envía de nuevo el valor medido al dispositivo 54 de medición de RNC. El dispositivo 54 de medición de RNC envía el valor medido al controlador de sincronización 55, el cual calcula el tiempo de transmisión de la medida restando el tiempo de propagación R/c.

Una vez que ha sido calculado el tiempo de transmisión por el controlador 55 de sincronización de RNC, el valor es comparado con el valor almacenado en la base de datos 59 de RNC. El controlador de sincronización 55 calcula entonces ganancias del filtro Kalman y actualiza los estados en la matriz de covarianza 57 utilizando la diferencia entre el tiempo de llegada calculado y predeterminado y las ganancias comunes. Si la diferencia está más allá de un cierto umbral, el generador 53 de mensajes del RNC enviará entonces otro mensaje a la estación base 30_2 "fuera de sincronización" para ajustar su base de tiempos o su frecuencia de referencia con el fin de ponerse "en sincronización" con la otra estación base $30_3 \dots 30_n$ bajo el control del RNC 36.

La estación base 30_2 realiza el ajuste solicitado y lo reporta de nuevo al dispositivo 54 de medición del RNC. La base de datos dentro del RNC 36 es actualizada, incluyendo una corrección de la referencia de tiempos de la estación base 30_2 en cuestión, su régimen de tiempo de cambio, una actualización de su matriz de covarianza 57 (incluyendo, más

significativamente, su error de tiempo de RMS y error de desplazamiento estimados), y una actualización de su calidad de tiempo. Con referencia a la figura 4, una estación base cuya base de tiempos es corregida sobre la base de una comparación con otra estación base, nunca le debe ser asignada una calidad igual o mejor que la de una estación base a la que está subordinada. Este proceso garantiza estabilidad. Con fines ilustrativos, si se ha de corregir una estación base auxiliar 2, a la estación base de auxiliar 2 se le puede asignar sólo un valor menor que el de la calidad de tiempo de su estación base auxiliar 1. Esto asegura que la calidad de tiempo de una estación base no se sincronizará con una estación base auxiliar del mismo nivel o menor, lo que podría eventualmente conducir a una agrupación de estaciones base desplazándose "fuera de sincronización" con la estación base maestra.

Como se ha descrito antes, otro modo de actuación en la toma de medidas con el fin de ajustar la estación base 30₂ "fuera de sincronización", utiliza un UE 20, 22, 24. Si es elegido este método por el RNC 36, es enviado un mensaje al UE 22 para medir el impulso de sincronización de la estación base 30₂ "fuera de sincronización" y la estación base 30₁ "en sincronización". Una vez que ha sido tomada una medida por el UE 22, las medidas son enviadas al RNC 36 y tratadas. De modo similar a los métodos descritos anteriormente, las medidas se comparan con medidas conocidas almacenadas en la base de datos 56 de RNC y la matriz de covarianza 57 y una medida de ajuste enviada a la estación base 30₂ "fuera de sincronización".

El diagrama de flujo del sistema de acuerdo con la realización preferida se ilustra en las figuras 5a y 5b. El RNC 36 actualiza la matriz de covarianza 57 y la base de datos 59 una vez por tiempo unitario (paso 501). Cuando el RNC 36 detecta que una varianza de error de tiempo de la estación base 30₂...30_n excede de un umbral predeterminado (paso 502), el RNC 36 decide si utilizar una estación base para medir la BSTOA ó un UE para medir la TDOA con el fin de actualizar la varianza de error de tiempo de la estación base "fuera de sincronización" (paso 503). Si el RNC 36 decide medir la BSTOA, es enviado un mensaje a una estación base próxima de la estación base "fuera de sincronización" para medir el tiempo de llegada de la estación base, o es enviado el mensaje a la estación base "fuera de sincronización" para medir el tiempo de llegada de la estación base próxima (paso 504). La estación base apropiada efectúa la necesaria medición (paso 505) y transmite la medida al RNC 36 (paso 506). Si el RNC decide medir la TDOA, el RNC 36 envía un mensaje a un UE para medir la diferencia de tiempos de llegada de dos estaciones base (paso 507a), siendo una la estación base "fuera de sincronización". El UE mide la TDOA de cada estación base (paso 507b) y envía la diferencia de estas medidas al RNC 36 (paso 507c). Tras la recepción por parte del RNC 36 de las medidas apropiadas (paso 508), el RNC 36 compara la medida con el valor almacenado en la base de datos 59 del RNC (paso 509). Si la diferencia está más allá de un cierto umbral, el RNC 36 envía un mensaje a la estación base "fuera de sincronización" para ajustar su base de tiempos o su frecuencia de referencia (paso 510) de acuerdo con esta diferencia. La estación base "fuera de sincronización" lleva a cabo el ajuste solicitado (paso 511) y lo reporta de nuevo al RNC 36 (paso 512). La base de datos 59 del RNC y la matriz de covarianza 57 son entonces actualizadas para incorporar los nuevos valores (paso 513).

Una realización preferida es un sistema y un método que residen en cada RNC 36. En la técnica anterior, un controlador de red de radio de control (C-RNC: Controlling Radio Network Controller) comunica directamente con sus estaciones base y un controlador de red de radio de servicio (S-RNC: Serving Radio Network Controller) comunica directamente con sus UEs. Para casos en los que estaciones base próximas están bajo control de controladores de red de radio (RNC) diferentes, puede existir la necesidad de añadir comunicación entre los C-RNCs y los S-RNCs que controlan las estaciones base próximas y los UEs.

Una realización alternativa requiere que cada par de estaciones base que puedan oírse cada una a la otra muevan su propia frecuencia más cerca de la de la otra. La cantidad relativa de ajuste está definida por un conjunto de pesos únicos que son asignados a cada estación base o almacenados en la base de datos 59 del RNC. El procedimiento de ajustar cada una de las estaciones base es el mismo que se ha descrito en la realización preferida anterior, excepto en que las estaciones base tanto de "en sincronización" como "fuera de sincronización" se ajustan sobre la base de los pesos asignados a las respectivas estaciones base. Con pesos diferentes, se pueden conseguir grados variables de centrabilidad, entre la plenamente central a la plenamente distribuida.

La realización más preferida hace posible que un RNC 36 envíe correcciones de tiempo y/o correcciones de frecuencia a una estación base 30₁...30_n. La estación base maestra es responsable de asegurar que cada una de sus estaciones base tenga una referencia de tiempos auxiliar a ella, exacta dentro de un límite especificado. El RNC 36, en sus algoritmos y correcciones, supone que haya error despreciable existente entre la estación base maestra y sus estaciones base y por lo tanto supone que todas las estaciones base tienen la misma referencia de tiempo.

Como consecuencia, el RNC 36 no intenta estimar los errores de tiempo individuales entre la estación base maestra y sus estaciones base, y la estación base maestra debe eliminar o compensar los errores de temporización entre la estación base maestra y cada una de las otras estaciones base, ya que el RCN 36 asociado no realiza una corrección. Esta realización presenta una interfaz limpia entre un RCN 36 y una estación base maestra. Aquella hace posible que la estación base maestra aplique su propia solución a sincronización auxiliar que es muy apropiada para pico-células.

En una realización alternativa, cada estación base tiene una referencia de tiempo y de frecuencia independiente que hace posible que un RNC 36 envíe correcciones de tiempo y/o correcciones de frecuencia a cada estación base. El RNC 36, en sus algoritmos y correcciones, estima los estados que representan el error de tiempo y de frecuencia de cada estación base.

Como una consecuencia, el RNC 36 intenta estimar los errores de tiempo individuales entre cada estación base y la estación base maestra, no proporcionando las mediciones que implican una estación base beneficio para estimación de estados de otra estación base. Por lo tanto, el fabricante de estaciones base sólo precisa proporcionar errores flojamente vinculados en la temporización y desplazamiento de tiempo de las estaciones base, y cada estación base debe tener una capacidad de conexión aceptable en el aire a otra estación base (la misma o diferente estación base).

Esta realización alternativa beneficia a grandes zonas celulares en las que es grande la distancia entre estaciones base. La capacidad para corregir una estación base subordinada a la referencia de tiempo de una estación base maestra a través de mediciones que impliquen a otra estación base subordinada a la misma estación base maestra es limitada.

Cada estación base en esta realización alternativa utiliza referencias de tiempo independientes, pero la estación base maestra proporciona una referencia de frecuencia. Un RNC 36 envía correcciones de tiempo a cada estación base individualmente y/o una corrección de frecuencia única a una estación base maestra. El RNC 36 asegura que el reloj de cada estación base esté subordinado en frecuencia al reloj de la estación base maestra. El RNC 36, en sus algoritmos y correcciones, supone que existe error de desplazamiento despreciable entre la estación base maestra y sus estaciones base asignadas, pero estima desviaciones que son tratadas como constante.

Como una consecuencia, el RNC 36 estima los errores de tiempo individuales entre la estación base maestra y sus estaciones base y el desplazamiento de frecuencia común de las estaciones base con respecto a la estación base maestra.

Esta realización alternativa tiene características similares a las descritas en la realización alternativa anterior, en la que se benefician estaciones base que están lejos de la estación base maestra. Esta realización proporciona un mecanismo para eliminar discordancias de tiempo en grandes distancias. Aprovechando la ventaja de la suposición de que estas desviaciones de tiempo son estables, esta realización se aprovecha de una medida que implica cualquier frecuencia subordinada de estación base al reloj de la estación base maestra, para actualizar el régimen de desplazamiento de todas las estaciones base subordinadas a la misma estación maestra.

Otra realización alternativa tiene el RNC 36 que proporciona estimaciones para la estación base maestra para soportar su sincronización de la estación base subordinada a ella. Un RNC 36 envía correcciones de tiempo y/o correcciones de frecuencia para cada estación base asociada a su respectiva estación base maestra. La estación base maestra asegura que sus estaciones base asociadas tengan cada una referencia de tiempo subordinadas a ella misma, exacta dentro de un límite especificado. La estación base maestra puede elegir utilizar las estimaciones únicas de estación base para ayudar en la sincronización de estaciones base. El RNC 36, en sus algoritmos y correcciones, crea una mejor estimación del error de tiempo y de frecuencia entre la estación base maestra y sus estaciones base. En la realización de estimaciones de estado, aquel pondera la confianza relativa entre las mediciones y la incertidumbre de error de estaciones base.

Como una consecuencia, el RNC 36 intenta estimar los errores de tiempo individuales entre la estación base maestra y sus estaciones base, y la estación base maestra elimina y/o compensa los errores de tiempo entre la estación base maestra y cada estación base subordinada a su referencia de tiempo, o solicita asistencia del RNC 36.

Aunque la presente invención ha sido descrita en términos de las realizaciones preferidas, resultarán evidentes para los expertos en la técnica otras variaciones que estén dentro del alcance de la invención según se ha expuesto en las reivindicaciones que siguen.

Lista detallada

Punto 1. Un método para sincronizar en tiempo una pluralidad de estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbrico comprendiendo el método:

determinar una estimación de exactitud de temporización asociada a cada estación base;
para cada estación base que tenga su estimación por encima de un umbral:

determinar una próxima o vecina de las estaciones base que tiene su estimación determinada que indique una mejor exactitud de temporización que la estación base por encima del umbral;
determinar una diferencia de tiempos estimada entre la de la estación base por encima del umbral y la próxima estación base;

ajustar una temporización de esa estación base por encima del umbral en respuesta a la diferencia de tiempos estimada; y
 actualizar la estimación de esa estación base por encima del umbral en la que la estimación actualizada indique una exactitud de temporización peor que la próxima estación base.

5

Punto 2. El método del punto 1, en el que la diferencia de tiempos estimada se determina midiendo la temporización de la próxima mediante la estación base por encima del umbral.

10

Punto 3. El método del punto 1, en el que la diferencia de tiempos estimada se determina midiendo la temporización de la estación base por encima del umbral mediante la próxima de las estaciones base.

Punto 4. El método del punto 1, en el que la diferencia de tiempos estimada se determina midiendo un tiempo de llegada de la estación base por encima del umbral y la estación base próxima mediante un equipo de usuario (UE).

15

Punto 5. El método del punto 1, en el que a una primera estación base fuera de la pluralidad de estaciones base le es asignada su estimación determinada que tenga una mejor exactitud de temporización, y todas las otras de la pluralidad de estaciones base subordinan su temporización a la primera estación base.

20

Punto 6. Un método para sincronizar en tiempo una pluralidad de estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbrico, que comprende los pasos de:

25

detectar una estación base fuera de sincronización de dicha pluralidad de estaciones base;
 seleccionar una de una pluralidad de técnicas de medición para sincronizar en tiempo dicha estación base fuera de sincronización con dicha pluralidad de estaciones base; dicha pluralidad de técnicas de medición que incluyen:

30

una medición de una diferencia de temporización de una de dicha pluralidad de estaciones base mediante dicha estación base fuera de sincronización; y
 una medición de una diferencia de temporización de dicha estación base fuera de sincronización mediante una de dicha pluralidad de estaciones base;
 conducir una medición seleccionada de acuerdo con dicha técnica de medición seleccionada;
 comparar dicha medición seleccionada con dicha información de sincronización almacenada; y
 ajustar dicha estación base fuera de sincronización en respuesta a dicha comparación.

35

Punto 7. El método del punto 6, en el que dicha información de sincronización incluye una estimación de la exactitud de temporización asociada con cada una de dicha pluralidad de estaciones base y una matriz de covarianza para almacenar un conjunto de estados asociados con cada una de dicha pluralidad de estaciones base.

40

Punto 8. El método del punto 7, en el que dicha pluralidad de estaciones base incluye una primera estación base en la que dicha estimación indica la exactitud de sincronización más alta; y
 el resto de dicha pluralidad de estaciones base teniendo su temporización subordinada a dicha primera estación base.

45

Punto 9. El método del punto 6, en el que dicha pluralidad de técnicas de medición incluye además una medición del tiempo de llegada de dicha estación base fuera de sincronización y de dicha estación base de la pluralidad de estaciones base mediante un equipo de usuario (UE).

50

Punto 10. Un sistema de sincronización de estaciones base para sincronizar en tiempo una pluralidad de estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbrico, comprendiendo dicho sistema de sincronización de estaciones base:

un controlador de red de radio (RNC) para coordinar y sincronizar dicha pluralidad de estaciones base, que comprende:

55

una base de datos para almacenar la información de sincronización recibida desde dicha pluralidad de estaciones base; y
 un controlador de sincronización para detectar una estación base fuera de sincronización de dicha pluralidad de estaciones base, seleccionar una de una pluralidad de técnicas de medición para sincronizar en tiempo dicha estación base fuera de sincronización con dicha pluralidad de estaciones base, y ajustar una temporización de dicha estación base de fuera de sincronización en respuesta a dicha técnica de medición seleccionada; y

60

un dispositivo de medición, que responde a dicho RNC, para conducir dicha técnica de medición seleccionada, incluyendo dicha pluralidad de técnicas de medición:

medir la temporización de una estación base próxima o vecina de dicha pluralidad de estaciones base mediante dicha estación base fuera de sincronización; y
medir la temporización de dicha estación base fuera de sincronización mediante dicha estación de base próxima o vecina.

5

Punto 11. El sistema del punto 10, en el que dicha información de sincronización incluye una estimación de la exactitud de temporización asociada con cada una de dicha pluralidad de estaciones base; y una matriz de covarianza para almacenar un conjunto de estados asociados con cada una de dicha pluralidad de estaciones base.

10

Punto 12. El sistema del punto 11, en el que dicha pluralidad de estaciones base incluye:

una primera estación base en la que dicha estimación de exactitud de temporización indica la mejor exactitud de temporización; y
el resto de dicha pluralidad de estaciones base teniendo su temporización subordinada a dicha primera estación base.

15

Punto 13. El sistema del punto 12, en el que dicha técnica de medición incluye además las mediciones de un tiempo de llegada de dicha estación base fuera de sincronización y de dicha estación base de la pluralidad de estaciones base mediante un equipo de usuario (UE), dicho UE comprendiendo un dispositivo de medición para medir dicho tiempo de llegada de dicha estación base fuera de sincronización y una de dicha pluralidad de estaciones base.

20

Punto 14. Un sistema de sincronización de estaciones base para sincronizar en tiempo una pluralidad de estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbrico, comprendiendo dicho sistema de sincronización de estaciones base:

25

una base de datos para almacenar una estimación de una exactitud de tiempo asociada con cada estación base; y
un controlador de sincronización, que responde a dicha base de datos, para determinar cada estación base que tenga dicha estimación de una exactitud de tiempo por encima de un umbral, determinando una próxima de dicha pluralidad de estaciones base que tenga dicha estimación mejor que dicha estación base por encima del umbral, ajustando dicha estimación de dicha estación base por encima del umbral en respuesta a una diferencia de tiempos estimada entre dicha estación base por encima del umbral y dicha estación base próxima o vecina; en el que la estimación ajustada indica una exactitud de temporización peor que dicha estación base próxima o vecina; y
un dispositivo de medición para medir la diferencia de tiempos estimada.

30

35

Punto 15. El sistema del punto 14, en el que la medición de la diferencia de tiempos estimada es realizada por dicha estación base próxima o vecina.

40

Punto 16. El sistema del punto 14, en el que la medición de la diferencia de tiempos estimada es realizada por dicha estación base por encima del umbral.

Punto 17. El sistema del punto 14, en el que dicha pluralidad de estaciones base incluye una primera estación base en la que dicha estimación de exactitud de temporización indica la más alta exactitud de temporización; y
el resto de dicha pluralidad de estaciones base teniendo su exactitud de temporización subordinada a dicha primera estación base.

45

Punto 18. El sistema del punto 13, en el que la medición de la diferencia de tiempos estimados es realizada midiendo un tiempo de llegada de dicha estación base por encima del umbral y dicha estación base próxima mediante un equipo de usuario (UE), comprendiendo dicho UE un dispositivo de medición para medir dicho tiempo de llegada de dicha estación base fuera de sincronización y una de dicha pluralidad de estaciones base.

50

REIVINDICACIONES

1. Un método para sincronizar en tiempo una pluralidad de estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbrico, que comprende los pasos de:

almacenar la información de sincronización recibida desde la pluralidad de estaciones base, en donde dicha información de sincronización incluye una estimación de la exactitud de temporización asociada con cada una de dicha pluralidad de estaciones base y una matriz de covarianza para el almacenamiento de un conjunto de estados asociados con cada una de dicha pluralidad de estaciones base;

detectar una estación base fuera de sincronización a partir de dicha pluralidad de estaciones base (36, 53, 54, 59);

seleccionar una de dicha pluralidad de técnicas de medición para la sincronización en tiempo de dicha estación base fuera de sincronización con dicha pluralidad de estaciones base; dicha pluralidad de técnicas de medición que incluye:

una medición de una diferencia de temporización de una de dicha pluralidad de estaciones base mediante dicha estación base fuera de sincronización; y

una medición de la diferencia de temporización de dicha estación base fuera de sincronización mediante una de dicha pluralidad de estaciones base;

conducir una medición seleccionada de acuerdo con dicha técnica de medición seleccionada;

comparar dicha medición seleccionada con dicha información de sincronización almacenada; y

ajustar dicha estación base fuera de sincronización en respuesta a dicha comparación.

2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de estaciones base incluye una primera estación base en donde dicha estimación indica la más alta exactitud de temporización; y

el resto de dicha pluralidad de estaciones base teniendo su temporización subordinada a dicha primera estación base.

3. El método de la reivindicación 1, en el que dicha pluralidad de técnicas de medición incluye además una medición del tiempo de llegada de dicha estación base fuera de sincronización y una de dicha pluralidad de estaciones base mediante un equipo de usuario (UE).

4. Un sistema de sincronización de estaciones base para la sincronización en tiempo de una pluralidad de estaciones base ($30_1 \dots 30_n$) en un sistema de comunicaciones inalámbrico (18), dicho sistema de sincronización de estaciones base que comprende:

un controlador de red de radio RNC (36) para coordinar y sincronizar dicha pluralidad de estaciones base ($30_1 \dots 30_n$), que comprende:

una base de datos para almacenar información de sincronización recibida desde dicha pluralidad de estaciones base, en donde dicha información de sincronización incluye una estimación de la exactitud de temporización asociada con cada una de dicha pluralidad de estaciones base y una matriz de covarianza para el almacenamiento de un conjunto de estados asociados con cada una de dicha pluralidad de estaciones base;

un controlador (55) de sincronización para detectar una estación base fuera de sincronización de dicha pluralidad de estaciones base, seleccionando una de una pluralidad de técnicas de medición para sincronizar en tiempo dicha estación base fuera de sincronización con dicha pluralidad de estaciones base, comparando dicha medición seleccionada con dicha información de sincronización almacenada y ajustando una temporización de dicha estación base fuera de sincronización en respuesta a dicha técnica de medición seleccionada;

un dispositivo de medición ($20, 30_1 \dots 30_n$), en respuesta a dicho RNC, para conducir dicha técnica de medición seleccionada, dicha pluralidad de técnicas de medición incluyendo:

medir la temporización de una estación base próxima o vecina de la pluralidad de estaciones base mediante dicha estación base fuera de sincronización (60); y

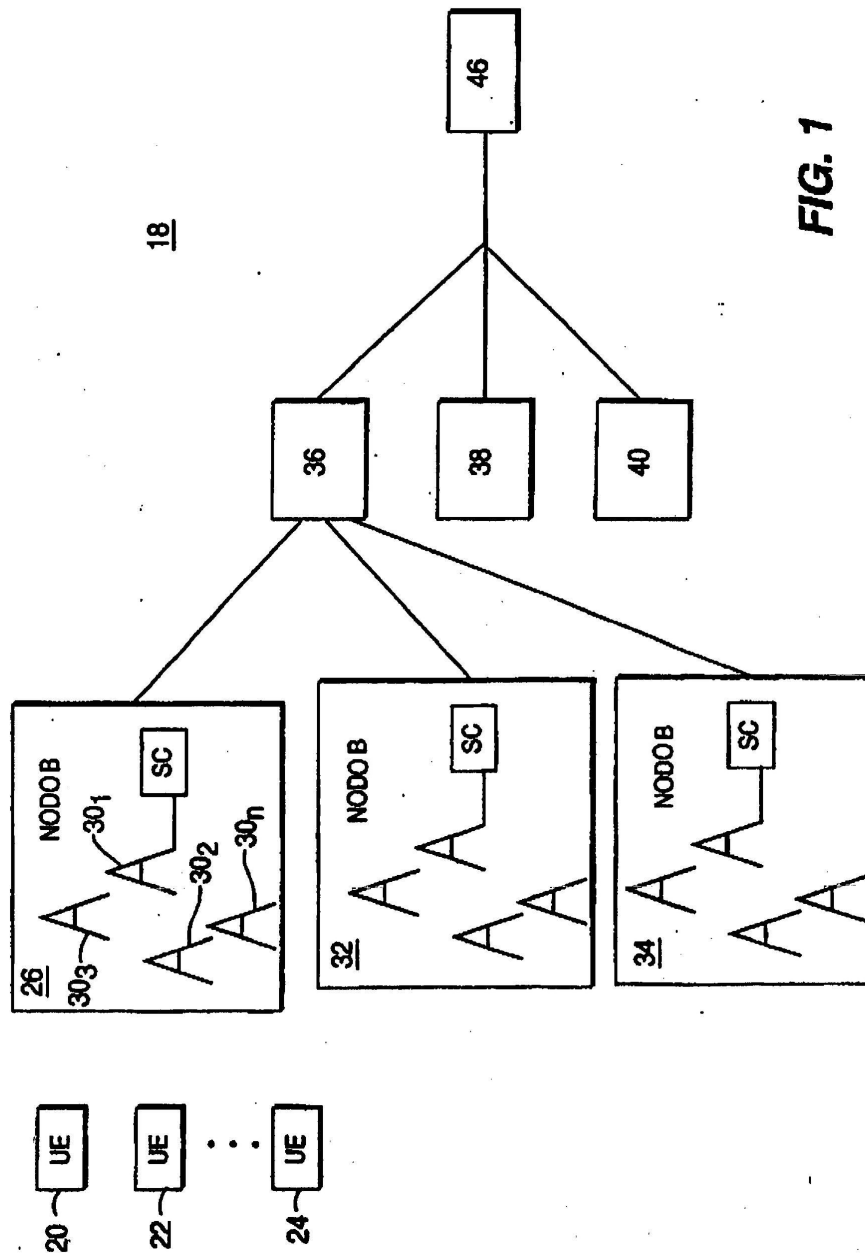
medir la temporización de dicha estación base fuera de sincronización mediante dicha estación base próxima o vecina (60).

5. El sistema de la reivindicación 4, en el que dicha pluralidad de estaciones base incluye:

una primera estación base en la que dicha estimación de la exactitud de temporización indica la mejor exactitud de temporización; y

el resto de dicha pluralidad de estaciones base teniendo su temporización subordinada a dicha primera estación base.

- 5 6. El sistema de la reivindicación 5, en el que dicha técnica de medición incluye además las mediciones de un tiempo de llegada de dicha estación base fuera de sincronización y de una de dicha pluralidad de estaciones base mediante un equipo de usuario, UE, (20), comprendiendo dicho UE un dispositivo de medición (68) para medir dicho tiempo de llegada de dicha estación base fuera de sincronización y dicha estación base de dicha pluralidad de estaciones base.



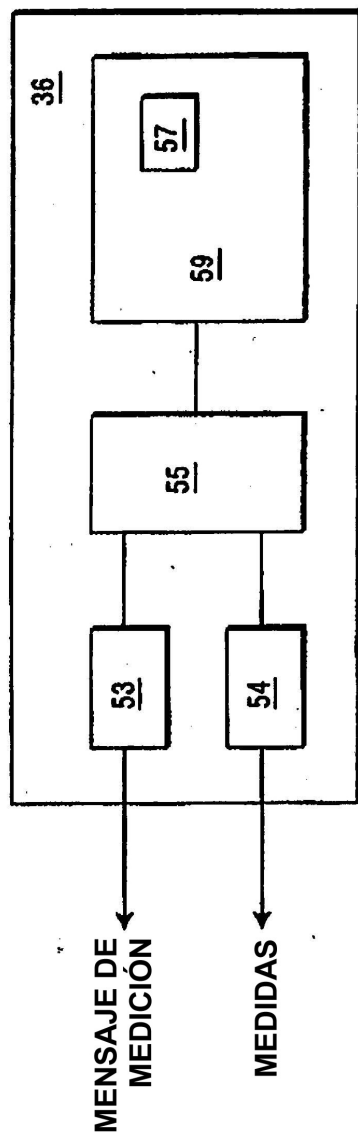


FIG. 2

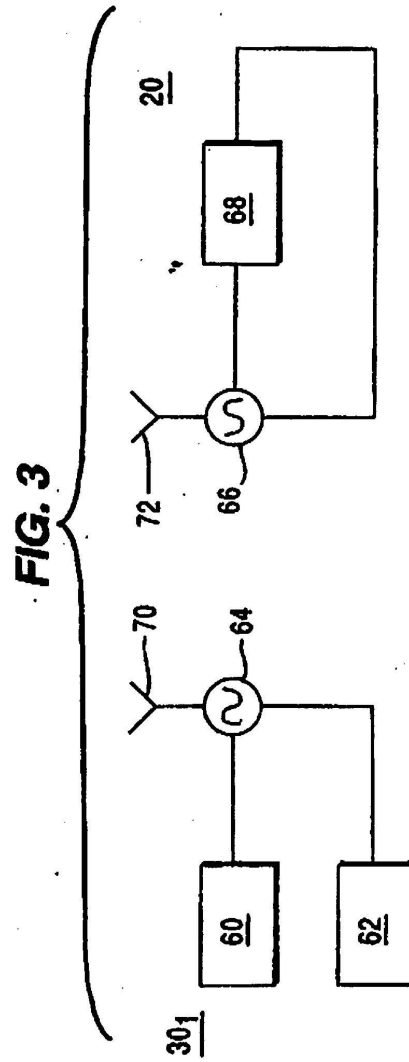


FIG. 3

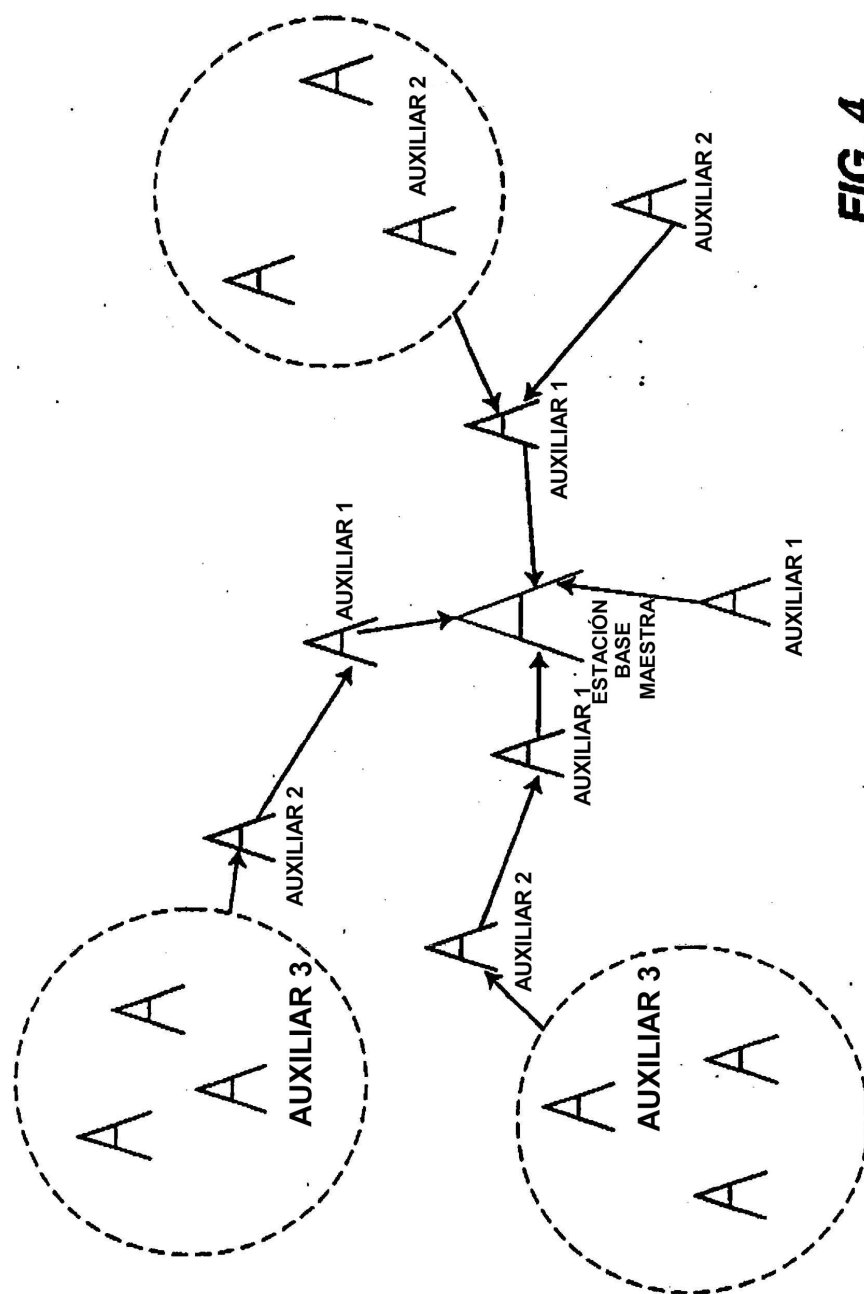


FIG. 4

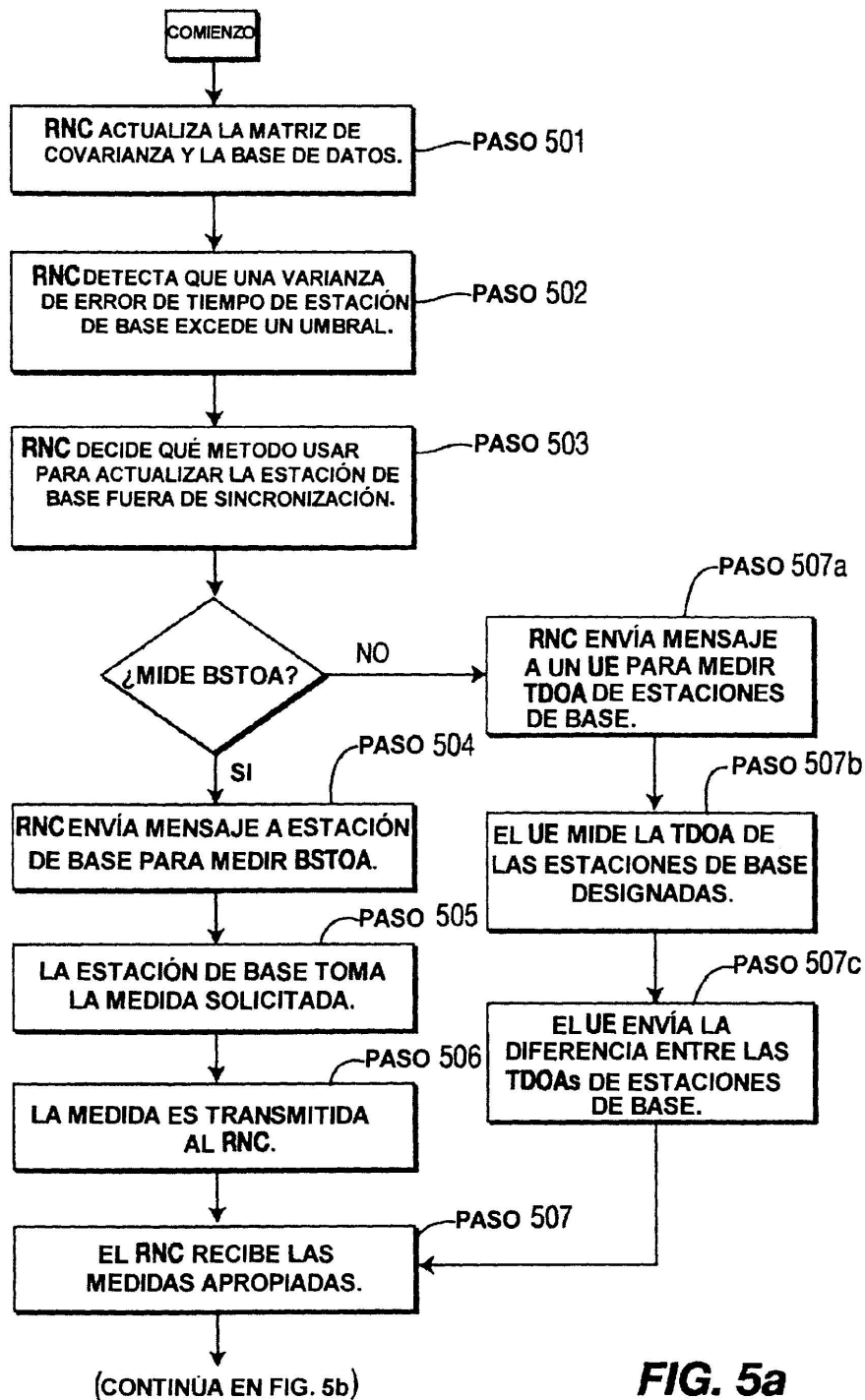


FIG. 5a

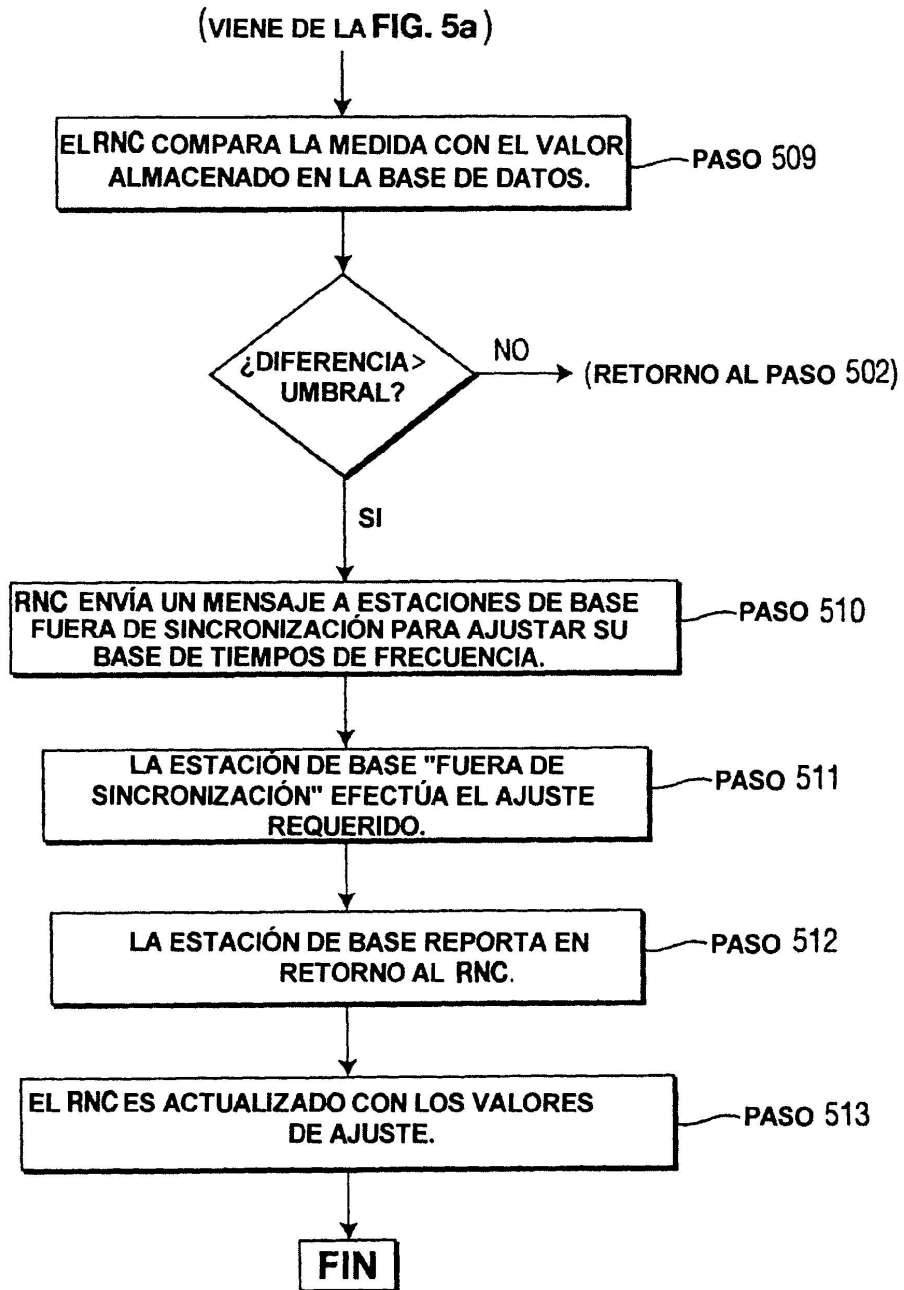


FIG. 5b