

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 596 629**

51 Int. Cl.:

H04W 64/00 (2009.01)

G01S 5/02 (2006.01)

G01S 5/10 (2006.01)

H04W 84/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2010 PCT/DE2010/075041**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.11.2010 WO10133225**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2010 E 10747574 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2301289**

54 Título: **Procedimiento para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda**

30 Prioridad:

20.05.2009 DE 102009025851

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

11.01.2017

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**BREITBACH, MARKUS y
RÖBKE, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 596 629 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

Procedimiento para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda según las reivindicaciones 1 y 2, una femtocelda según la reivindicación 10 y una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil según la reivindicación 11.
- 10 En redes de radiotelefonía móvil de segunda generación (GSM) y de tercera generación (UMTS) así como de generaciones subsiguientes, las celdas de radiotelefonía son, generalmente, unidades funcionales operadas por un oferente de servicios de radiotelefonía móvil.
- 15 Nuevos conceptos de operación modifican dicho paradigma. Mediante la adopción de celdas mínimas de radiotelefonía, las denominadas femtoceldas, es posible que una celda de radiotelefonía sea operada por el cliente del oferente de la radiotelefonía móvil. La femtocelda se brinda a través de un pequeño equipo de transmisión y recepción que permite conexiones de radiotelefonía móvil en la femtocelda. Seguidamente el concepto de femtocelda es equiparada con un equipo de transmisión y recepción o una estación de femtobase (en analogía con una estación de base de telefonía celular).
- 20 Una propiedad característica de una femtocelda es determinada en primera línea mediante la potencia de transmisión entregada que influye de manera decisiva en el tamaño de la celda alimentada con radiotelefonía móvil. También son posibles las restricciones en la celda respecto de los usuarios permitidos.
- 25 Una femtocelda es incorporada de manera complementaria en una red de radiotelefonía pública. La conexión a la red de un oferente de radiotelefonía móvil se produce, en particular, por medio de una conexión de red de banda ancha con las correspondientes instancias de control y mando del operador de radiotelefonía móvil, de manera que el usuario de servicios de radiotelefonía móvil reciba la misma calidad de red dentro de la cobertura de la femtocelda, tal como está acostumbrado de la "macrored" de orden superior del oferente.
- 30 Tanto por motivos regulatorios como por motivos de economía de red y de seguridad es necesario, forzosamente, que el operador de radiotelefonía móvil tenga el conocimiento exacto respecto del emplazamiento de la femtocelda. Además, en el caso de llamadas de auxilio es necesario delimitar el paradero del abonado.
- 35 Una opción para determinar el emplazamiento de una femtocelda consiste en la detección de macroceldas circundantes del operador de radiotelefonía móvil con la ayuda de su indicativo, con cuyo conocimiento se podría determinar una ubicación aproximada. Un procedimiento para la determinación de la posición de una estación móvil mediante señales de estaciones de base se conoce por el documento DE 103 14 169 A1. Sin embargo, este procedimiento sólo puede ser aplicado en las zonas en las cuales se tiene una cobertura de radiotelefonía a través de la macrored. Por lo tanto, una cobertura de zonas actualmente no cubiertas no es posible.
- 40 Otra posibilidad consiste en determinar el emplazamiento de la femtocelda a través de la determinación de la conexión física de banda ancha del usuario o del operador. Sin embargo, ello puede ser eludido sencillamente mediante el hecho de que el usuario derive primeramente los flujos de datos a su red domiciliaria y de allí a la Internet. Debido a que la estructura de conexión a las instancias de mando y control del oferente de radiotelefonía móvil se extiende a través de la conexión de banda ancha, el mismo recibe una información de ubicación falsa o imprecisa.
- 45 El documento US 2009/092096 A1 se refiere a la configuración automática de una femtocelda en la cual la femtocelda transmite informaciones, por ejemplo una información de emplazamiento o información de medición de señal, a un oferente de servicios, por ejemplo a través de una red IP y recibe segundas informaciones del oferente de servicios que incluyen parámetros operativos para la femtocelda. La femtocelda puede detectar una información de emplazamiento mediante la comunicación con una estación de macrobase vecina o con múltiples estaciones de base vecinas o por medio de un receptor GPS.
- 50 El documento US 5 758 288 A describe un procedimiento para la determinación de la posición de teléfonos móviles celulares que reciben señales de distancia que son transmitidos por tranceptores de posición estacionaria. Para detectar su posición, los teléfonos determinan la diferencia de tiempo de la recepción o bien los tiempos de recepción absolutos de las señales de distancia.
- 55 El documento US 2009/322603 A1 surgen un proceso y sistema de localización que usan señales de radiotelefonía de frecuencia modulada (FM). En este caso, uno o varios receptores reciben señales estereofónicas de FM de tres estaciones de FM. Cada señal estereofónica de FM incluye, en cada caso, una señal piloto modulada de FM de 19 kHz. Una posición geográfica es determinada en cada receptor sobre la base de una diferencia de fase de las señales piloto desmoduladas que están contenidas en las señales de FM recibidas.
- 60
- 65

El objetivo de la presente invención es, por consiguiente, perfeccionar la comprobación del emplazamiento de una femtocelda.

5 Dicho objetivo es alcanzado mediante un procedimiento para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda con las características según las reivindicaciones 1 o 2, así como mediante una femtocelda con las características de la reivindicación 10 y una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil con las características de la reivindicación 11. Otras configuraciones de la invención resultan de las reivindicaciones secundarias.

10 Una idea esencial de la invención consiste en que para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda se detecten y evalúen diferencias del tiempo de propagación de señales radioeléctricas de cualesquiera transmisores con emplazamientos conocidos que puedan ser recibidas en el emplazamiento de la femtocelda o en el emplazamiento conocido de un receptor referencial. Las emisoras pueden ser emisoras de radiodifusión o radioemisoras que emiten señales piloto especiales de gran alcance para la comprobación del emplazamiento. El radioemisor que emite las señales piloto especiales puede ser una emisora prevista propiamente para la emisión de dichas señales o también una emisora de radiodifusión que también emite señales piloto, adicionalmente a las señales radiofónicas convencionales. Una emisora de radiodifusión apropiada para los fines de la presente invención puede ser, por ejemplo, una emisora que emita señales de radiodifusión analógicas y/o digitales, por ejemplo señales de radiodifusión DVB-T o analógicas con datos digitales RDS (Radio Data System) incorporados. De esta manera se puede comprobar con una precisión relativamente elevada el emplazamiento de una femtocelda, ante todo en sectores mal servidos, en particular deficientemente servidos de radiotelefonía móvil, por ejemplo de edificios, y recurrir a la cobertura de radiotelefonía para la activación de una parte de radiotransmisión de la femtocelda.

25 Una forma de realización de la invención se refiere a un procedimiento para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda con los pasos siguientes:

- Recepción de señales radioeléctricas de al menos tres emisoras con emplazamiento conocido, en cada caso mediante la femtocelda y mediante un receptor de referencia con emplazamiento conocido,
 - 30 - detección de diferencias de tiempo de propagación de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras mediante los momentos de recepción de las señales radioeléctricas recibidas por la femtocelda y el receptor de referencia, y
 - comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempos de propagación detectadas.
- Una emisora puede ser una emisora de radiodifusión o una emisora de señales piloto emite una señal piloto para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda en un espectro de frecuencias que está fuera de los espectros de frecuencia usados por la radiotelefonía móvil.

La determinación de los tiempos de propagación de las señales radioeléctricas puede incluir los pasos siguientes:

- 40 - detección de los momentos de las señales radioeléctricas recibidas por la femtocelda y el receptor de referencia,
- cálculo de las diferencias de tiempo mediante los momentos de recepción,
- cálculo de diferencias de tiempo mediante las diferencias de hora, y
- 45 - detección de las diferencias de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de las radioemisoras a la femtocelda mediante las diferencias de tiempo y las diferencias de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de las radioemisoras al receptor de referencia detectadas mediante el emplazamiento conocido del receptor de referencia y de los emplazamientos conocidos de las emisoras de las señales radioeléctricas.

50 La comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas puede incluir, en particular, los pasos siguientes:

- Formación de diferencias de tiempo mediante las diferencias de hora de la cantidad de diferencias de hora detectadas, siendo dos diferencias de hora usadas para formar una diferencia de tiempo las diferencias de hora de los momentos de recepción de las señales radioeléctricas que han sido emitidas de las mismas dos de las al menos tres emisoras y recibidas una vez por la femtocelda y una vez por el receptor de referencia, y
- detección de una distancia asignada a una diferencia de tiempo respecto de las emisoras cuyas señales radioeléctricas han sido usadas para formar la diferencia de tiempo, para cada diferencia de tiempo formada, y
- 60 - comprobación del emplazamiento de la femtocelda mediante las distancias detectadas.

La comprobación del emplazamiento de la femtocelda mediante las distancias detectadas puede incluir los pasos siguientes:

- 65 - Determinación de un sector de intersección de las distancias detectadas como sector de emplazamiento posible de la femtocelda, y

- comprobación del emplazamiento de la femtocelda mediante el sector de intersección.

La detección de las diferencias de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras y la comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas se pueden realizar mediante una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil, siendo las diferencias de hora detectadas mediante las señales radioeléctricas recibidas por la femtocelda y el receptor de referencia transmitidas de la femtocelda y del receptor de referencia a la instancia de mando y control para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda y/o transmitidos por la femtocelda y el receptor de referencia a la instancia de mando y control los momentos locales de recepción de señales radioeléctricas. De manera segura contra manipulaciones, la instancia de mando y control puede ser operada por un operador de red de radiotelefonía móvil, por ejemplo en forma de un servidor especial de validación de femtoceldas. Además, la femtocelda misma no necesita realizar ninguna comprobación de ubicación complicada.

La detección de las diferencias de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras y la comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas también se puede producir mediante la femtocelda misma, siendo las diferencias de hora detectadas mediante las señales radioeléctricas recibidas por el receptor de referencia transmitidas a la femtocelda para la comprobación de la ubicación de la femtocelda y/o los momentos de recepción detectados por el receptor de referencia de las señales radioeléctricas recibidas mediante el receptor de referencia para la comprobación de la ubicación de la femtocelda transmitidos a la instancia de mando y control. En este caso, la femtocelda puede, por así decirlo, hacerse cargo autónomamente de la cobertura de radiotelefonía, con lo cual el operador de la red de radiotelefonía móvil no necesita una infraestructura adicional además del eventual receptor de referencia. Por ejemplo, la microprogramación de la femtocelda puede estar configurada para la realización de una comprobación del emplazamiento según la invención.

Finalmente, la detección de las diferencias de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras y la comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas se puede producir también mediante una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil, siendo los momentos de recepción de señales radioeléctricas transmitidas a la instancia de mando y control a través de la femtocelda y del receptor de referencia. En este caso, la complicación técnica para la implementación en la femtocelda del procedimiento según la invención es muy reducida, ya que debe preverse meramente la posibilidad de recibir las señales radioeléctricas de la emisora y para la medición de los momentos de recepción, así como de transmitir dichos datos a la instancia de mando y control.

Además, el procedimiento puede estar caracterizado por el paso siguiente:
detección de si el emplazamiento de la femtocelda se corresponde a uno o más emplazamientos planificados de la femtocelda y, dependiendo de ello, activación de una cobertura de radiotelefonía móvil a través de la femtocelda dentro del alcance cubierto por la femtocelda. De esta manera se posibilita un control de la operación de la femtocelda en función de su emplazamiento, por lo cual las manipulaciones, tal como se ha mencionado en la introducción, son dificultosas si no impedidas ampliamente.

La cobertura de la radiotelefonía móvil puede ser activada mediante la femtocelda, en particular cuando el emplazamiento corresponde aproximadamente a un emplazamiento planificado de la femtocelda.

Para poder tener en cuenta cambios de emplazamiento de la femtocelda, el procedimiento puede repetirse cíclicamente.

El receptor de referencia puede ser configurado mediante una femtocelda de referencia cuyo emplazamiento es conocido.

En particular, la femtocelda de referencia puede estar localizada en una estación de macrobase de una red de radiotelefonía móvil, en particular montada a la estación de macrobase.

Otra forma de realización de la invención se refiere a una femtocelda configurada para el uso en un proceso según la invención y como ha sido descrito previamente y, además, configurada para la recepción de señales radioeléctricas de al menos tres emisoras con emplazamientos conocidos.

Además, la femtocelda puede estar configurada para la detección de la diferencia de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras.

Además, la femtocelda puede estar configurada

- para transmitir a una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil diferencias de hora entre momentos de recepción de señales radioeléctricas recibidas en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas sobre la base de diferencias de hora, y/o

- para transmitir a una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil los momentos locales de recepción de señales radioeléctricas en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas sobre la base de diferencias de hora de los momentos de recepción.

5 Además, la femtocelda puede estar configurada

- para la recepción de los momentos de recepción de señales radioeléctricas medidas por el receptor de referencia para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda o de las diferencias de hora así detectadas,
10 - para la comprobación de su emplazamiento en función de las diferencias de tiempos de propagación detectadas.

Finalmente, la femtocelda puede estar configurada

15 - para la detección de si su emplazamiento se corresponde con uno o más emplazamientos planificados de la femtocelda y
- dependiendo de ello, para la activación de una cobertura de radiotelefonía móvil a través de la femtocelda, dentro del alcance cubierto por la femtocelda.

20 Además, una forma de realización de la invención se refiere a una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía que para la aplicación en un procedimiento según la invención y, tal como se ha descrito previamente, está configurada, en particular, para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda y para la transmisión de un código de validación para la activación de una parte de radiotransmisión de la femtocelda a la femtocelda en función de la comprobación del emplazamiento.

25 Otras ventajas y posibilidades de aplicación de la presente invención se desprenden de la descripción siguiente en relación con los ejemplos de realización mostrados en los dibujos.

30 En la descripción, en las reivindicaciones, en el resumen y en los dibujos se aplican los términos usados y las referencias respectivas detallados al final en la lista de referencias.

Los dibujos muestran en:

35 La figura 1, una disposición con tres emisoras estacionarias con emplazamientos conocidos, un receptor de referencia y una femtocelda cuyo emplazamiento ha de ser determinado según la invención;
Las figuras 2 y 3, diagramas con hipérbolas que fueron detectadas mediante la evaluación de tiempos de propagación y diferencias de tiempo de propagación según la invención para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda; y
40 La figura 4, un diagrama de flujo de un ejemplo de realización del procedimiento según la invención para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda.

A continuación, la invención es explicada mediante el ejemplo de realización mostrado en la figura 1 con tres radioemisoras. La figura 1 muestra la estación de femtobase o femtocelda 10 cuya posición ha de ser determinada, así como un receptor de referencia 12 que recibe señales radioeléctricas de tres radioemisoras 14, 16 y 18 que transmiten desde diferentes lugares geográficos. Los lugares geográficos o emplazamientos de los tres radioemisoras 14, 16 y 18 son básicamente conocidos. Asimismo se conoce el emplazamiento del receptor de referencia 12. Las radioemisoras pueden ser emisoras de radiodifusión o emisoras de señal piloto, que para la comprobación del emplazamiento emiten señales piloto especiales de gran alcance, previstas para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda. Además, la femtocelda 10 está conectada, por ejemplo en términos de comunicación, por medio de una conexión alámbrica de banda ancha de Internet con una instancia de mando y control 20 de un operador de red celular. Por medio de dicha conexión, la femtocelda 10 puede intercambiar datos con la instancia de mando y control 20 y en particular recibir un código de validación de la instancia de mando y control 20 que le posibilita activar su cobertura de radiotelefonía móvil. El receptor de referencia 12 igualmente puede estar conectado en términos de comunicación con la instancia de mando y control 20 del operador de red celular y/o con la femtocelda 10 (conexión de línea de trazos). La comunicación de datos entre la femtocelda 10 o el receptor de referencia 12 y la instancia de mando y control 20 se produce cifrada para evitar un posible mal uso, en particular para interceptar el código de validación.

60 Tanto la femtocelda o estación de femtobase 10 como también el receptor de referencia 12 detectan, tal como se describe a continuación, los momentos de recepción de señales radioeléctricas emitidas por los radioemisoras 14, 16 y 18, en particular de manera periódica o continua. Por ejemplo, en una señal emitida por una radioemisora, un indicativo de la emisora y el momento de emisión pueden estar codificados, de manera que un receptor puede determinar de cual radioemisora proviene la señal recibida y a cual hora ha sido transmitida. En lugar de o adicionalmente a una codificación de un momento de transmisión en una señal radioeléctrica también pueden estar previstos momentos de transmisión especificados, por ejemplo estructuras de trama de señales digitales de transmisión. La estructura de trama de una señal digital puede ser usada definiendo un momento de transmisión de

una señal como el comienzo de una trama determinada de la estructura de tramas, por ejemplo los inicios de tramas de transmisión en forma de señales digitales, por ejemplo datos DVB-T o digitales, que están incorporadas a señales de radiodifusión analógicas. Como el receptor de la señal debe sincronizarse con la estructura de trama también puede reconocer el comienzo de una estructura de trama y una determinada trama que define el momento de transmisión y detectan el momento de recepción leyendo su reloj. Como trama determinada definitoria del momento de transmisión se puede usar, por ejemplo, una trama de sincronización. Para el proceso de sincronización se han previsto en una señal DVB-T los así llamados "Transmitter Parameter Signalling (TPS) pilots" que pueden ser evaluados para la determinación del momento de recepción. Para la sincronización de los datos RDS se ha descrito un procedimiento en el documento EP 0 652 660 B1. Las diferencias temporales de los momentos de transmisión especificados pueden estar dimensionadas de manera que el mayor tiempo de propagación de señal radioeléctrica sea menor que el menor intervalo del momento de transmisión especificado.

Para detectar los tiempos de propagación de señales radioeléctricas de los radiotransmisores a la estación de femtobase 10 y al receptor de referencia 12, los mismos presentan relojes que de manera ideal funcionan casi sincronizados con los relojes de los radiotransmisores que son usados para las horas de transmisión codificadas en las señales radioeléctricas. Por ejemplo, los relojes pueden ser implementados mediante relojes controlados por radioseñal y/o sincronizados con los relojes de las emisoras 14, 16 y 18 por medio de la conexión de comunicaciones con la instancia de mando y control. Sin embargo, la presente invención no requiere una sincronización de los relojes entre emisora y receptora, puesto que, como se muestra a continuación, se eliminan las horas de emisión o los momentos de emisión.

Ahora, a continuación mediante un ejemplo de realización se explica en detalle el procedimiento según la invención y con referencia al diagrama de flujo mostrado en la figura 4 de un algoritmo para la implementación del procedimiento según la invención.

Una señal radioeléctrica S1 que ha sido emitida por la emisora 14 en el momento T_1 alcanza la estación de femtobase 10 después de un tiempo de propagación de señal t_1 y el receptor de referencia 12 después de un tiempo de propagación de señal t_1' . Por regla general, los relojes de la estación de femtobase 10 y receptores de referencia 12 no están sincronizados entre sí sino que presentan un offset de ΔT o $\Delta T'$. De esta manera, los relojes de la estación de femtobase 10 o receptores de referencia 12 muestran los tiempos $T_{1e}=T_1+t_1+\Delta T$ o $T_{1e}'=T_1+t_1'+\Delta T'$ (los exponentes significan el momento de recepción, los índices 1, 2, 3 designan las señales S1, S2 o S3 emitidas por las emisoras 14, 16 o 18) cuando se recibe la señal emitida en el momento T_1 por la emisora 14. Del mismo modo resulta que los relojes de la estación de femtobase 10 o del receptor de referencia 12 muestran los tiempos $T_{2e}=T_2+t_2+\Delta T$ o $T_{2e}'=T_2+t_2'+\Delta T'$ cuando se recibe la señal S2 emitida en el momento T_2 por la emisora 16. En una señal S3 emitida en el momento T_3 por la emisora 18, los relojes de la estación de femtobase 10 o receptor de referencia 12 indican los tiempos $T_{3e}=T_3+t_3+\Delta T$ o $T_{3e}'=T_3+t_3'+\Delta T'$. Por lo tanto, en total la estación de femtobase 10 así como también el receptor de referencia registran, cada uno, tres momentos de recepción T_{1e} o T_{1e}' , T_{2e} o T_{2e}' y T_{3e} o T_{3e}' en la recepción de las señales radioeléctricas S1, S2 y S3 de las tres emisoras 14, 16 y 18 (paso S10).

La estación de femtobase 10 y el receptor de referencia 12 restan entre sí los momentos de recepción registrados para las señales emitidas por las emisoras 14, 16 y 18, para calcular diferencias de hora entre las señales de recepción, es decir las señales radioeléctricas de diferentes emisoras a la estación de femtobase 10 o del receptor de referencia 12 (paso S12). En la estación de femtobase 10 resultan las diferencias de hora siguientes

$$\begin{aligned} T_{1e} - T_{2e} &= \Delta T_{12} = T_1+t_1+\Delta T - (T_2+t_2+\Delta T) = T_1+t_1 - T_2-t_2 \\ T_{1e} - T_{3e} &= \Delta T_{13} = T_1+t_1+\Delta T - (T_3+t_3+\Delta T) = T_1+t_1 - T_3-t_3 \\ T_{2e} - T_{3e} &= \Delta T_{23} = T_2+t_2+\Delta T - (T_3+t_3+\Delta T) = T_2+t_2 - T_3-t_3 \end{aligned}$$

En el receptor de referencia 12 se calculan las diferencias de hora siguientes

$$\begin{aligned} T_{1e}' - T_{2e}' &= \Delta T_{12}' = T_1+t_1'+\Delta T' - (T_2+t_2'+\Delta T') = T_1+t_1' - T_2-t_2' \\ T_{1e}' - T_{3e}' &= \Delta T_{13}' = T_1+t_1'+\Delta T' - (T_3+t_3'+\Delta T') = T_1+t_1' - T_3-t_3' \\ T_{2e}' - T_{3e}' &= \Delta T_{23}' = T_2+t_2'+\Delta T' - (T_3+t_3'+\Delta T') = T_2+t_2' - T_3-t_3' \end{aligned}$$

Las diferencias de hora así calculadas ΔT_{12} , $\Delta T_{12}'$, ΔT_{13} , $\Delta T_{13}'$, ΔT_{23} y $\Delta T_{23}'$ son transmitidas para el procesamiento ulterior desde la estación de femtobase 10 y del receptor de referencia 12 a la instancia de mando y control 20 del operador de la red de radiotelefonía móvil. La influencia del offset de reloj ΔT o $\Delta T'$ ha sido eliminada en las diferencias de hora. El cálculo de las diferencias de hora también puede ser realizado por la instancia de mando y control 20, de manera que la femtocelda y el receptor de referencia 12 sólo han de transmitir a la instancia de mando y control los momentos de recepción registrados para las señales emitidas por las emisoras 14, 16 y 18.

La instancia de mando y control 20 conoce los emplazamientos de los radiotransmisores y de los receptores de referencia. De allí se pueden calcular los tiempos de propagación de señal t_1' , t_2' y t_3' . Mediante la resta de la diferencia de hora ΔT_{12} y $\Delta T_{12}'$, ΔT_{13} y $\Delta T_{13}'$ o ΔT_{23} y $\Delta T_{23}'$ y aplicando los tiempos de propagación de señal t_1' , t_2' y t_3' se calculan las diferencias de tiempo siguientes (paso S14):

$$\begin{aligned}\Delta_{\square 12} &= \Delta T_{12} - \Delta T_{12}' = T_1 + t_1 - T_2 - t_2 - (T_1 + t_1' - T_2 + t_2') = t_1 - t_2 - (t_1' - t_2') \\ \Delta_{\square 13} &= \Delta T_{13} - \Delta T_{13}' = T_1 + t_1 - T_3 - t_3 - (T_1 + t_1' - T_3 + t_3') = t_1 - t_3 - (t_1' - t_3') \\ \Delta_{\square 23} &= \Delta T_{23} - \Delta T_{23}' = T_2 + t_2 - T_3 - t_3 - T_2 + t_3' - T_2 + t_3' = t_2 - t_3 - (t_2' - t_3')\end{aligned}$$

5 Las diferencias de tiempo $\Delta_{\square 12}$, $\Delta_{\square 13}$ y $\Delta_{\square 23}$ dependen solamente de la diferencia de tiempo de propagación t_1-t_2 (o t_1-t_3 o t_2-t_3) de las señales de los radiotransmisores a la estación de femtobase o al receptor de referencia y son independientes de los momentos de emisión T_1 , T_2 y T_3 así como del offset de reloj ΔT o $\Delta T'$. Consecuentemente, las diferencias de tiempo de propagación t_1-t_2 (o t_1-t_3 o t_2-t_3) de las señales de los radiotransmisores a la estación de femtobase 10 pueden ser determinadas mediante las diferencias de tiempo $\Delta_{\square 12}$, $\Delta_{\square 13}$ y $\Delta_{\square 23}$ y de los tiempos de propagación de señal t_1' , t_2' y t_3' de las señales radioeléctricas detectadas mediante los emplazamientos conocidos de las emisoras de las señales radioeléctricas desde los radiotransmisores al receptor de referencia (paso S16). Bajo la presunción de que las señales radioeléctricas se propagan por trayectoria directa ("line of sight"), todos los sitios geográficos forman, en cada caso, una hipérbola con la misma diferencia de tiempo de propagación t_1-t_2 (o t_1-t_3 o t_2-t_3). Es decir, la posición de la estación de femtobase 10 se encuentra sobre una hipérbola que está determinada unívocamente mediante la diferencia de tiempo de propagación t_1-t_2 (o t_1-t_3 o t_2-t_3). En la realidad, las reflexiones y las propagaciones por trayectorias múltiples llevarán a una desviación de esta hipérbola ideal y, consecuentemente, a una precisión de posicionamiento reducida. El sitio buscado de la estación de femtobase resulta de la intersección de las tres hipérbolas, tal como lo muestra la figura 2.

20 La instancia de mando y control 20 comprueba si el lugar de emplazamiento de la estación de femtobase 10 que se corresponde con los valores medidos de la estación de femtobase 10 coincide con precisión suficiente con el lugar de emplazamiento planificado (o uno de varios lugares de emplazamiento autorizados). Sin esta comprobación se determina que la estación de femtobase 10 se encuentra en el lugar de emplazamiento planificado, la estación de femtobase 10 recibe de la instancia de mando y control 20 del operador de radio telefonía móvil la autorización de actuar como celda de radiotelefonía móvil activa, transmitiendo desde la instancia de mando y control 20 a la estación de femtobase 10 el código de validación cifrado ya mencionado anteriormente.

Sólo después de recibida dicha autorización se conecta la parte activa de radiotransmisión de la estación de femtobase 10 y la fotocelda pasa así a ser una parte activa en la cobertura de radiotelefonía móvil. Si el recibo de la instancia de mando y control 20 del oferente de radiotelefonía móvil es negativo, dicho recibo no aparece o la estación de femtobase 10 no puede sintonizar radiotransmisores apropiados y, de esta manera, no calcular diferencias de hora y transmitir las a la instancia de mando y control 20, no es posible activar la estación de femtobase.

35 Para garantizar que una estación de femtobase activa permanezca en el sitio previsto y no pueda ser movido de allí, el procedimiento descrito para la comprobación de ubicación se repite a intervalos de tiempo cualesquiera. Por ejemplo, una comprobación del emplazamiento según la presente invención se puede hacer varias veces al día, cada hora o, por ejemplo, cada 10 minutos. Por ejemplo, el código de validación transmitido desde la instancia de mando y control 20 puede tener una validez temporal, de manera que la femtocelda 10 debe, después de vencida la validez del código de validación, iniciar nuevamente un control de emplazamiento de acuerdo al procedimiento según la invención para así recibir un nuevo código de validación para la activación de su parte de radiotransmisión. También es posible que la femtocelda repita una comprobación del emplazamiento de acuerdo al procedimiento según la invención a intervalos temporales cualesquiera y, con una desviación del emplazamiento detectado demasiado grande de la o los emplazamientos previstos para la femtocelda, la parte de radiotransmisión de la femtocelda es desconectada automáticamente de la instancia de mando y control mediante la transmisión de un código de desactivación correspondiente.

La precisión del procedimiento según la invención depende, ante todo, de la precisión con la que se pueda medir la diferencia de tiempo de propagación t_1-t_2 o t_1-t_3 o t_2-t_3 . Si el intervalo de tolerancia de dichas mediciones es, por ejemplo, $\pm 0,5 \mu s$ se produce una banda hiperbólica de al menos $3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \times 1 \mu s = 300 \text{ m}$ (ya que las señales radioeléctricas se propagan a la velocidad de la luz, es decir $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$) en vez de una línea hiperbólica. Con espaciado creciente de los radiotransmisores aumenta esta anchura de banda. La figura 3 es un recorte de la figura 2 y muestra la diferente anchura de estas bandas.

55 El cálculo de las diferencias de hora ΔT_{12} , $\Delta T_{12}'$, ΔT_{13} , $\Delta T_{13}'$, ΔT_{23} y $\Delta T_{23}'$ se puede producir también en la instancia de mando y control 20 del operador de red en vez de en la estación de femtobase 10 y receptor de referencia 12. En este caso, la estación de femtobase 10 y el receptor de referencia 12 deben informar a la instancia de mando y control 20 sus horas locales a las cuales han recibido las señales emitidas por las emisoras 14, 16, 18 en los momentos T_1 , T_2 y T_3 . Esto se produce tal como se ha descrito anteriormente.

60 También es posible prescindir de la instancia de mando y control 20, de manera que la femtocelda puede activar su parte de radiotransmisión de forma autónoma. Para ello, los valores medidos del receptor de referencia 12 son transmitidos a la estación de femtobase 10 a localizar, tal como se muestra en la figura 1 mediante la línea de trazos. Después se pueden realizar en la estación de femtobase 10 todos los pasos descritos anteriormente de acuerdo con el procedimiento según la invención. En esta implementación, la estación de femtobase 10 sólo debe activar su parte de radiotransmisión cuando ella misma determina que se encuentra en el lugar de emplazamiento

planificado (o autorizado). El procedimiento según la invención para el procesamiento de los valores medidos y la comprobación del emplazamiento en función de ello puede ser implementado, por ejemplo, como parte de la microprogramación de la femtocelda.

5 Como receptor de referencia también se puede usar una estación de femtobase. Para ello, esta estación de femtobase de referencia puede estar montada en una ubicación conocida, por ejemplo una estación de macrobase. La estación de femtobase de referencia usa el mismo procedimiento que la estación de femtobase a localizar. Sin embargo, para ello no es necesaria una activación de la estación de femtobase de referencia mediante la instancia de mando y control.

10 Otro incremento de la precisión en la comprobación del emplazamiento es posible cuando las señales son evaluadas por más de tres radiotransmisores.

15 El procedimiento según la invención también puede ser combinado con otros procedimientos para la determinación del emplazamiento de acuerdo con el estado actual de la técnica descrito en la introducción. Por ejemplo, la estación de femtobase podría, primeramente, orientarse en macroceldas de una red de radiotelefonía móvil en tanto y en cuanto su recepción sea posible, ya que las mismas aseguran una gran precisión fiable de localización. Cuando no se recibe ninguna señal radioeléctrica de una estación de macrobase, la estación de femtobase se puede orientar de acuerdo al procedimiento descrito aquí, por ejemplo en emisoras de radiodifusión recibidas libremente. Finalmente, otra determinación de ubicación se puede producir a través de la determinación de la conexión física de banda ancha a la cual está conectada la estación de femtobase. Con ello y con vistas a la determinación de localización precedente mediante las estaciones de macrobase y otros radiotransmisores, la posibilidad de manipulación descrita en la introducción para la ubicación mediante conexión de banda ancha es poco prometedora y, consecuentemente, no atractiva. En una variante de este procedimiento combinado, una femtocelda, que puede determinar con suficiente precisión su propia ubicación mediante la recepción de señales radioeléctricas de una o más estaciones de macrobase, puede servir adicionalmente como receptor de referencia para la comprobación de localización de otras estaciones de femtobase de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente según la invención. La determinación de la localización misma para estas estaciones de femtobase se puede producir mediante las estaciones de macrobase, y el resultado suministrar a la instancia de mando y control. Además, esta estación de femtobase también puede determinar las identidades y diferencias de hora de los transmisores radiofónicos o de televisión que puede captar y asimismo informar estos datos a la instancia de mando y control. Estas diferencias de hora pueden, en combinación con el sitio conocido de la estación de femtobase, ser usadas por la instancia de mando y control como referencia para la comprobación de ubicación de otras estaciones de femtobase. De esta manera, las estaciones de femtobase que son operada por el cliente de radiotelefonía móvil pueden servir al mismo tiempo como receptores de referencia, y el operador de la red de radiotelefonía móvil puede prescindir de receptores de referencia o estaciones de femtobase de referencia.

40 Mediante la invención puede perfeccionarse la comprobación del emplazamiento de una femtocelda y, en particular, la validación de la operación de una femtocelda a través del oferente de radiotelefonía móvil, en particular en zonas que no están bien aprovisionadas de radiotelefonía móvil.

Referencias

- 10 femtocelda
- 12 receptor de referencia
- 45 14, 16, 18 emisora para señales radioeléctricas
- 20 instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda (10) con los pasos siguientes:

- 5 - Recepción de señales radioeléctricas (S1, S2, S3) de al menos tres emisoras (14, 16, 18) con emplazamientos conocidos, en cada caso mediante la femtocelda (10) y mediante un receptor de referencia (12) con emplazamiento conocido,
 - detección de diferencias de tiempo de propagación de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras mediante los momentos de recepción de las señales radioeléctricas recibidas por la femtocelda y el receptor de referencia,
 10 - comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempos de propagación detectadas.
 - detección de si el emplazamiento de la femtocelda se corresponde con una o más emplazamientos de femtoceldas planificadas y, dependiendo de ello, activación de una cobertura de radiotelefonía móvil a través de la femtocelda dentro del alcance cubierto por la femtocelda, siendo cada una de las al menos tres emisoras (14, 16, 18) una emisora de radiodifusión o una emisora de señal piloto que emite una señal piloto para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda en una banda de frecuencias que está fuera de las bandas de frecuencias usadas por la radiotelefonía móvil, y en la cual la detección de las diferencias de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras y la comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas se realizan mediante una instancia de mando y control de una red de radiotelefonía móvil, siendo las diferencias de hora detectadas mediante las señales radioeléctricas recibidas por la femtocelda y el receptor de referencia transmitidas de la femtocelda y del receptor de referencia a la instancia de mando y control para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda y/o transmitidos por la femtocelda y el receptor de referencia a la instancia de mando y control los momentos locales de recepción de señales radioeléctricas.

2. Procedimiento para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda (10) con los pasos siguientes:

- 30 - recepción de señales radioeléctricas (S1, S2, S3) de al menos tres emisoras (14, 16, 18) con emplazamientos conocidos, en cada caso mediante la femtocelda (10) y mediante un receptor de referencia (12) con emplazamiento conocido,
 - detección de diferencias de tiempo de propagación de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras mediante los momentos de recepción de las señales radioeléctricas recibidas por la femtocelda y el receptor de referencia,
 35 - comprobación del emplazamiento de la femtocelda en función de las diferencias de tiempos de propagación detectadas,
 - detección de si el emplazamiento de la femtocelda se corresponde con una o más emplazamientos de femtoceldas planificadas y, dependiendo de ello, activación de una cobertura de radiotelefonía móvil a través de la femtocelda dentro del alcance cubierto por la femtocelda, siendo cada una de las al menos tres emisoras (14, 16, 18) una emisora de radiodifusión o una emisora de señal piloto que emite una señal piloto para la comprobación del emplazamiento de una femtocelda en una banda de frecuencias que está fuera de las bandas de frecuencias usadas por la radiotelefonía móvil, y en la cual la detección de las diferencias de tiempo de propagación de las señales radioeléctricas de, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras y la comprobación del emplazamiento de la femtocelda se realiza en función de las diferencias de tiempo de propagación detectadas mediante la femtocelda, siendo las diferencias de hora detectadas mediante los momentos de recepción de las señales radioeléctricas recibidas por el receptor de referencia transmitidas del receptor de referencia a la femtocelda para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda y/o los momentos de recepción de las señales radioeléctricas detectadas por el receptor de referencia transmitidos a la femtocelda para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda.

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado por que** la detección de las diferencias de tiempo de propagación de las señales radiofónicas por, en cada caso, dos de las al menos tres emisoras incluye los pasos siguientes:

- 55 - detección de los momentos de recepción de todas las señales radioeléctricas recibidas mediante la femtocelda y el receptor de referencia de las al menos tres emisoras (S10; T_{10} , T_{20} , T_{30} , T_{10}' , T_{20}' , T_{30}');
 - cálculo de las diferencias de tiempo mediante los momentos de recepción (S12; $\Delta T_{12} = T_{10} - T_{20}$; $\Delta T_{13} = T_{10} - T_{30}$; $\Delta T_{23} = T_{20} - T_{30}$; $\Delta T_{12}' = T_{10}' - T_{20}'$; $\Delta T_{13}' = T_{10}' - T_{30}'$; $\Delta T_{23}' = T_{20}' - T_{30}'$),
 60 - cálculo de diferencia de tiempo mediante las diferencias de hora (S14; $\Delta_{\square 12} = \Delta T_{12} - \Delta T_{12}'$; $\Delta_{\square 13} = \Delta T_{13} - \Delta T_{13}'$; $\Delta_{\square 23} = \Delta T_{23} - \Delta T_{23}'$), y
 - detección de las diferencias de tiempo de propagación (t_1-t_2 ; t_1-t_3 ; t_2-t_3) de las señales radioeléctricas de las radioemisoras a la femtocelda (10) mediante las diferencias de tiempo [$(t_1-t_2) = \Delta_{\square 12} + (t_1'-t_2')$; $(t_1-t_3) = \Delta_{\square 13} + (t_1'-t_3')$; $(t_2-t_3) = \Delta_{\square 23} + (t_2'-t_3')$] del emplazamiento conocido del receptor de referencia (12) y, mediante los emplazamientos conocidos de las emisoras de las señales radiofónicas, detección de las diferencias de

tiempo de propagación de señales radiofónicas (t_1' , t_2' , t_3') de las radioemisoras al receptor de referencia (S16).

- 5 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** la comprobación del emplazamiento de la femtocelda, dependiendo de las diferencias de tiempo de propagación detectadas incluye los pasos siguientes:
- formación de diferencias de tiempo ($\Delta_{12}, \Delta_{13}, \Delta_{23}$) mediante las diferencias de hora de la cantidad de diferencias de hora detectadas ($\Delta T_{12}, \Delta T_{12}'; \Delta T_{13}, \Delta T_{13}'; \Delta T_{23}, \Delta T_{23}'$), siendo dos diferencias de hora usadas para formar una diferencia de tiempo ($\Delta_{12} = \Delta T_{12} - \Delta T_{12}'; \Delta_{13} = \Delta T_{13} - \Delta T_{13}'; \Delta_{23} = \Delta T_{23} - \Delta T_{23}'$) las diferencias de hora de los momentos de recepción de las señales radioeléctricas que han sido emitidas de las mismas dos de las al menos tres emisoras y recibidas una vez por la femtocelda y una vez por el receptor de referencia, y
 - detección de una distancia a las emisoras asignadas a una diferencia de tiempo ($\Delta_{12}, \Delta_{13}, \Delta_{23}$) cuyas señales radioeléctricas han sido usadas para la formación de la diferencia de tiempo, para cada diferencia de tiempo formada, siendo detectada una distancia en función del intervalo de tolerancias de la detección de las diferencias de tiempo de propagación, y
 - comprobación del emplazamiento de la femtocelda mediante las distancias detectadas.
- 10
- 15
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la comprobación del emplazamiento de la femtocelda, mediante las distancias detectadas incluye los pasos siguientes:
- Determinación de un sector de intersección de las distancias detectadas como sector de emplazamiento posible de la femtocelda, y
 - comprobación del emplazamiento de la femtocelda mediante el sector de intersección.
- 25
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** es repetido cíclicamente.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el receptor de referencia (12) está configurado mediante una femtocelda de referencia cuyo emplazamiento es conocido.
- 30
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado por que** la femtocelda de referencia está localizada en una estación de macrobase de una red de radiotelefonía móvil, en particular montada a la estación de macrobase (10).
- 35
9. Femtocelda (10) con elementos para la realización de los pasos correspondientes de un procedimiento según la reivindicación 2 o de las reivindicaciones dependientes 3 a 8 en combinación con la reivindicación 2.
- 40 10. Instancia de mando y control (20) de una red de radiotelefonía con elementos para la realización de los pasos correspondientes de un procedimiento según la reivindicación 1 o una de las reivindicaciones dependientes 3 a 8 en combinación con la reivindicación 1, en particular para la comprobación del emplazamiento de la femtocelda y para la transmisión de un código de validación para la activación de una parte de radiotransmisión de la femtocelda a la femtocelda en función de la comprobación del emplazamiento.

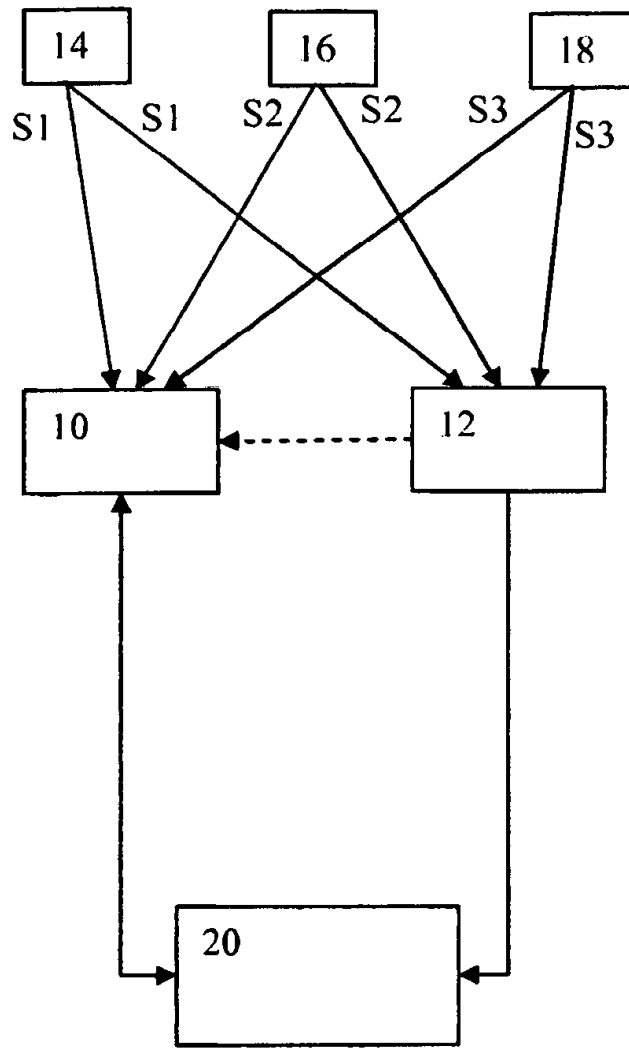


Fig. 1

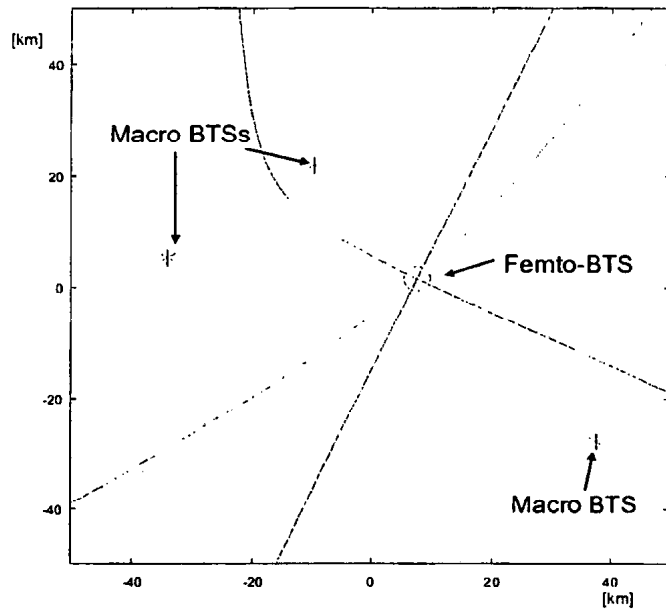


Fig. 2

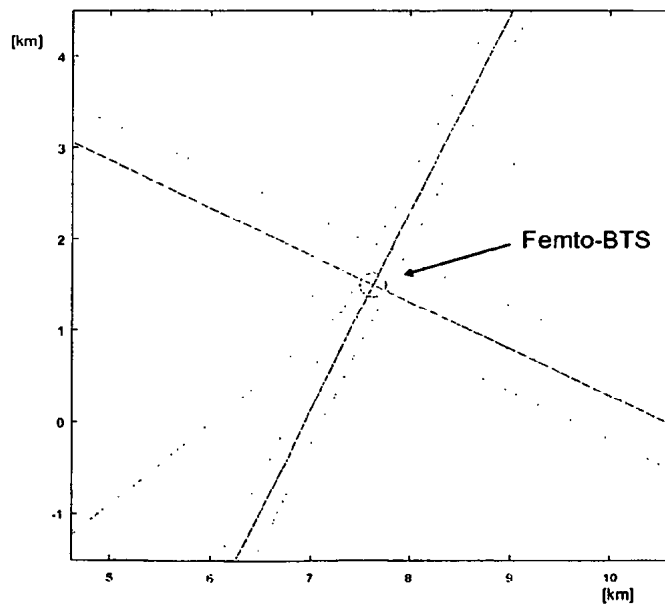


Fig. 3

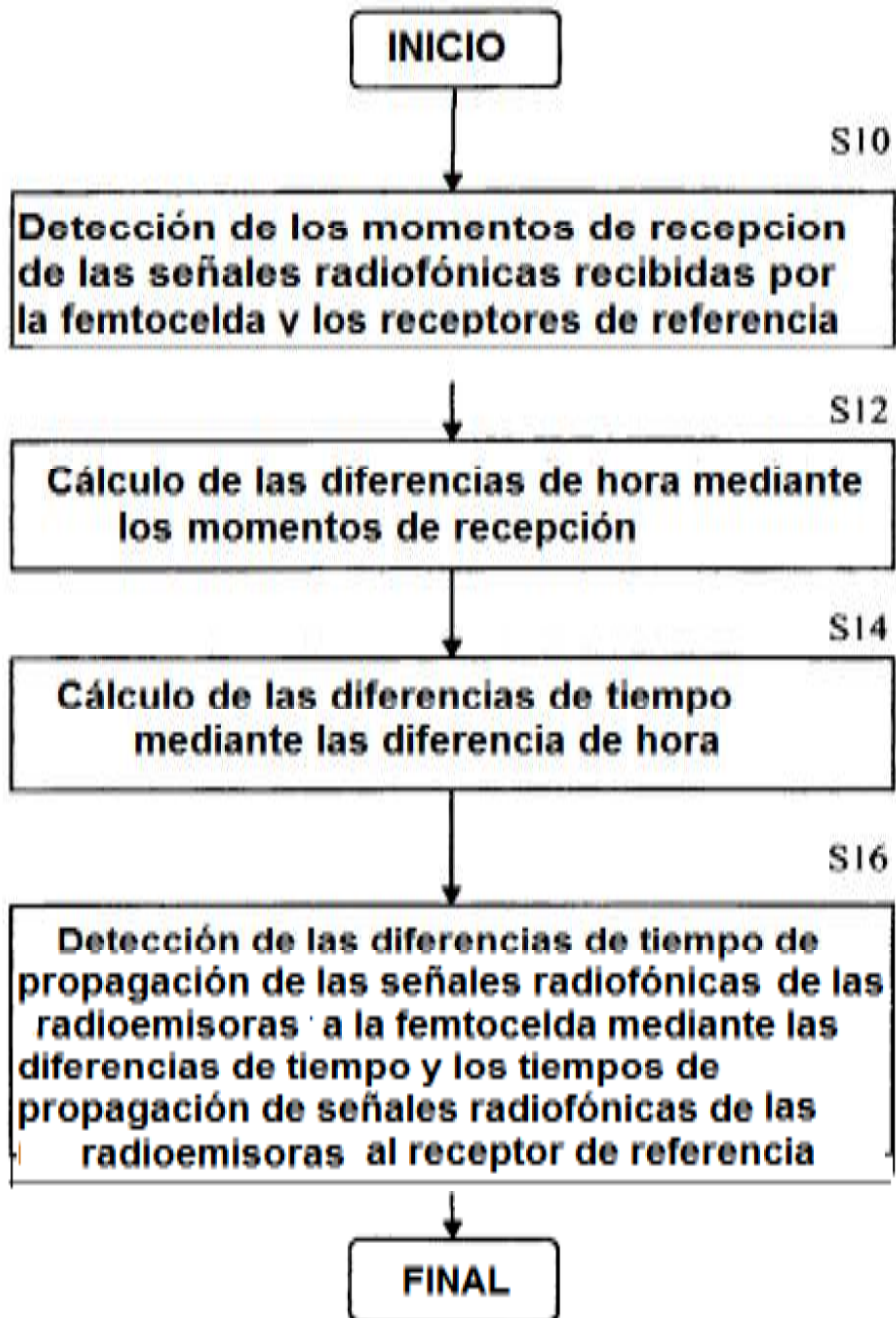


Fig. 4