

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 057**

51 Int. Cl.:

H04W 88/08 (2009.01)

H01Q 3/26 (2006.01)

H04B 17/14 (2015.01)

H04B 17/21 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2010 PCT/CN2010/000788**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2011 WO11150533**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2010 E 10852333 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2578051**

54 Título: **Calibración de estación base**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.03.2019

73 Titular/es:
**NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY
(100.0%)
Karaportti 3
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:
**TENG, FAN;
WEI, CHAO;
ZENG, GANG;
YIN, YUFANG y
HUANG, XUEGANG**

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 706 057 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

Calibración de estación base

5 La invención se refiere a calibrar una estación base que comprende una pluralidad de antenas

10 Un sistema de comunicación puede verse como una instalación que posibilita sesiones de comunicación entre dos o más entidades tales como terminales de usuario, estaciones base y/u otros nodos proporcionando portadoras entre las diversas entidades implicadas en la ruta de las comunicaciones. Un sistema de comunicación puede proporcionarse por ejemplo por medio de una red de comunicación y uno o más dispositivos de comunicación compatibles. Las comunicaciones pueden comprender, por ejemplo, comunicación de datos para llevar comunicaciones tales como voz, correo electrónico (e-mail), mensaje de texto, multimedia y/o datos de contenido y así sucesivamente. Ejemplos no limitantes de servicios proporcionados incluyen llamadas bidireccionales o llamadas en múltiples sentidos, comunicación de datos o servicios multimedia y acceso a un sistema de red de datos tal como la Internet.

15 En un sistema de comunicación inalámbrica al menos una parte de las comunicaciones entre al menos dos estaciones tiene lugar a través de un enlace inalámbrico. Ejemplos de sistemas inalámbricos incluyen redes móviles públicas terrestres (PLMN), sistemas de comunicación basados en satélite y diferentes redes locales inalámbricas, por ejemplo redes de área local inalámbricas (WLAN). Los sistemas inalámbricos pueden dividirse normalmente en células, y por lo tanto a menudo se denominan como sistemas celulares.

20 Un usuario puede acceder al sistema de comunicación por medio de un dispositivo de comunicación o terminal apropiado. Un dispositivo de comunicación de un usuario a menudo se denomina como equipo de usuario (UE). Se proporciona un dispositivo de comunicación con un aparato de recepción y transmisión de señal apropiada para posibilitar comunicaciones, por ejemplo para posibilitar acceso a una red de comunicación o comunicaciones directamente con otros usuarios. El dispositivo de comunicación puede acceder a una portadora proporcionada por una estación, por ejemplo una estación base de una célula, y transmitir y/o recibir comunicaciones en la portadora.

25 El sistema de comunicación y dispositivos asociados normalmente operan de acuerdo con una norma o especificación dada que establece lo que las diversas entidades asociadas con el sistema se permite que hagan y cómo debería conseguirse. Los protocolos de comunicación y/o parámetros que deberán usarse para la conexión también se definen normalmente. Un ejemplo de intentos para resolver los problemas asociados con las peticiones aumentadas para capacidad es una arquitectura que es conocida como la evolución a largo plazo (LTE) de la tecnología de acceso de radio del sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La LTE se está normalizando por el Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP). Las diversas etapas de desarrollo de las especificaciones 3GPP LTE se denominan como versiones. El objetivo de la normalización es conseguir un sistema de comunicación con, entre otros, latencia reducida, tasas de datos de usuario más altas, capacidad y cobertura de sistema mejoradas y coste reducido para el operador.

30 Una características del sistema de LTE es que las múltiples antenas pueden usarse para llevar a cabo formación de haces. La formación de haces es una técnica de procesamiento de señal usada para separar una señal particular de otras señales en un sistema de múltiple entrada múltiple salida (MIMO). Un sistema que realiza formación de haces pondera y suma señales a partir de las diferentes antenas para optimizar la calidad de la señal recibida o transmitida. Por ejemplo, la formación de haces puede conseguir rechazo de interferencia, mitigación de desvanecimiento de múltiple trayectoria y aumentar la ganancia de antena en una dirección particular.

35 Cuando se usan múltiples antenas para formación de haces, se requiere una determinación precisa de las características de las antenas. Por ejemplo, para llevar a cabo satisfactoriamente formación de haces, características tales como fase, amplitud, retardo, deben determinarse de manera precisa.

40 Normalmente las características tales como amplitud, fase y retardo de múltiples antenas se determinan durante la calibración de la estación base. Las características determinadas a partir de la calibración de la estación base pueden usarse para calcular conjuntos apropiados de pesos de formación de haces que se usan para compensar una señal transmitida o recibida desde la estación base.

45 Las demandas de mayor capacidad de las redes de comunicación han significado que se deseen soluciones para aumentar la capacidad de sistemas de banda ancha de LTE. En algunos sistemas de banda ancha de LTE un canal normalmente puede tener un ancho de banda de 20 MHz. Un ancho de banda amplio de este tipo requiere una determinación incluso más precisa de las características de múltiples antenas antes de que se optimice la formación de haces. Se ha observado que algunos componentes de radiofrecuencia de la estación base pueden tener características de frecuencia selectiva que pueden hacer la calibración incluso más difícil.

50 Un método de calibración conocido requiere que una unidad de banda base (BBU) y una unidad de radio remota (RRU) de la estación base se usen juntas durante el tiempo de ejecución de la estación base. La BBU comunica con la RRU a través de una interfaz Ir, por ejemplo durante la calibración. Sin embargo, la interfaz Ir puede requerir adaptación

antes de que pueda realizarse la calibración con la BBU y la RRU debido a diferentes especificaciones de fabricantes y la adaptación puede ser complicada y requerir tiempo.

5 Otro método de calibración conocido requiere usar únicamente la RRU para llevar a cabo la calibración durante tiempo de ejecución de la estación base. Este método de calibración requiere que se realicen cálculos significativos en la RRU que es costoso puesto que los requisitos de hardware de la RRU se aumentan enormemente.

10 Se observa que los problemas anteriormente analizados no están limitados a ningún entorno de comunicación particular, sino que pueden tener lugar en cualquier sistema de comunicación apropiado donde se requiera precisión estrecha de fase, amplitud y retardo.

15 *Puede hallarse técnica anterior adicional en el documento US 2010/026561 A1, que desvela un dispositivo de conmutación inalámbrico que incluye una unidad de antena que incluye antenas que transmiten y reciben señales inalámbricas, una unidad de procesamiento analógica que incluye circuitos analógicos de transmisión y circuitos analógicos de recepción que procesan señales de transmisión y recibidas analógicas, una unidad de procesamiento digital que procesa señales de transmisión y recibidas digitales, una unidad de determinación de pérdida de propagación inter-antena que determina pérdidas de propagación entre las antenas, una unidad de adquisición de ganancia de función de transferencia de bucle, a través del bucle de una señal de calibración entre las antenas, ganancias de funciones de transferencia de bucle entre ramales de antena, una unidad de corrección de ganancia de función de transferencia de bucle que corrige las ganancias usando las pérdidas de propagación, una unidad de determinación de coeficiente de corrección que determina las respectivas relaciones de ganancia entre los circuitos analógicos de recepción y los circuitos analógicos de transmisión usando las ganancias corregidas, y que determina coeficientes de corrección usando las relaciones de ganancia; y una unidad de procesamiento de calibración de ganancia que realiza calibración de ganancia en las señales de transmisión y recibidas digitales usando los coeficientes de corrección.*

20 *Puede hallarse técnica anterior adicional en el documento CN 101 483 459 A, que desvela un método de calibración para una antena inteligente. Puede hallarse técnica anterior adicional en el documento EP 1 003 310 A1, que desvela un dispositivo de calibración.*

30 Las realizaciones de la invención tienen como objetivo tratar uno o varios de los problemas anteriores.

35 *Los objetos anteriormente mencionados se consiguen por lo que se define en las reivindicaciones independientes adjuntas. Modificaciones ventajosas de las mismas se exponen en las reivindicaciones dependientes adjuntas.*

Diversos otros aspectos y realizaciones adicionales se describen también en la siguiente descripción detallada y en las reivindicaciones adjuntas.

40 La invención se describirá ahora en detalle adicional, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los siguientes ejemplos y dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de comunicación en el que pueden implementarse las realizaciones de la invención;
- La Figura 2 muestra un ejemplo de una estación base;
- 45 La Figura 3 muestra un diagrama de señalización entre diferentes elementos de la estación base de acuerdo con algunas realizaciones;
- La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo para un método de calibración de arranque de acuerdo con ciertas realizaciones;
- 50 La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo para un método de calibración de tiempo de ejecución de acuerdo con algunas realizaciones;
- La Figura 6 muestra un gráfico a modo de ejemplo de pérdida de señal frente a frecuencia debido a uno o más componentes de la estación base;
- La Figura 7 ilustra un diagrama de flujo una calibración de tiempo de ejecución de acuerdo con algunas realizaciones; y
- 55 La Figura 8 muestra un diagrama de flujo para calibración de arranque de acuerdo con algunas otras realizaciones.

60 A continuación se explican ciertas realizaciones a modo de ejemplo con referencia a sistemas de comunicación inalámbrica o móvil que sirven dispositivos de comunicación móvil. Antes de explicar en detalle las ciertas realizaciones a modo de ejemplo, se explican brevemente ciertos principios generales de un sistema de comunicación inalámbrica y dispositivos de comunicación móvil con referencia a la Figura 1 para ayudar a entender la tecnología que subyace los ejemplos descritos.

65 Un dispositivo de comunicación puede usarse para acceder a diversos servicios y/o aplicaciones proporcionadas mediante un sistema de comunicación. En sistemas de comunicación inalámbrica o móvil el acceso se proporciona mediante una interfaz de acceso inalámbrico entre dispositivos de comunicación móvil 11 y un sistema de acceso apropiado 10. Un dispositivo móvil 11 puede acceder normalmente de manera inalámbrica a un sistema de

comunicación mediante al menos una estación base 12 o transmisor inalámbrico y/o nodo receptor del sistema de acceso similar. Un sitio de estación base normalmente proporciona una o más células de un sistema celular. En la Figura 1 la estación base 12 de ejemplo está configurada para proporcionar una célula, pero podría proporcionar, por ejemplo, tres sectores, proporcionando cada sector una célula. Cada dispositivo móvil 11 y estación base 12 puede tener uno o más canales de radio abiertos al mismo tiempo y puede recibir señales de más de una fuente.

Una estación base 12 está controlada normalmente por al menos un controlador apropiado para posibilitar la operación del mismo y gestión de dispositivos de comunicación móvil en comunicación con la estación base. La entidad de control puede interconectarse con otras entidades de control. En la Figura 1 el controlador se muestra que se proporciona por el bloque 13. El controlador se proporciona por lo tanto normalmente con capacidad de memoria y al menos un procesador de datos. Deberá entenderse que las funciones de control pueden distribuirse entre una pluralidad de unidades de controlador. El aparato controlador para la estación base 12 puede estar configurado para ejecutar un código de software apropiado para proporcionar las funciones de control como se explican a continuación en más detalle.

En el ejemplo de la Figura 1 el nodo de estación base 12 está conectado a una red de datos 16 mediante una pasarela apropiada 15. Una pasarela funciona entre el sistema de acceso y otra red tal como una red de datos de paquetes que puede proporcionarse por medio de cualquier nodo de pasarela apropiado, por ejemplo una pasarela de datos de paquetes y/o una pasarela de acceso 17. Un sistema de comunicación puede proporcionarse por lo tanto mediante una o más redes de interconexión y los elementos de las mismas, y puede proporcionarse uno o más nodos de pasarela para interconectar diversas redes.

Un dispositivo de comunicación puede usarse para acceder a diversos servicios y/o aplicaciones. Los dispositivos de comunicación pueden acceder al sistema de comunicación basándose en diversas técnicas de acceso, tales como acceso múltiple por división de código (CDMA), o CDMA de banda ancha (WCDMA). La última técnica se usa por sistemas de comunicación basados en las especificaciones del Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la Tercera Generación (3GPP). Otros ejemplos incluyen acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), acceso múltiple por división en frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división del espacio (SDMA) y así sucesivamente. Un ejemplo no limitante de arquitecturas móviles donde pueden aplicarse los principios descritos del presente documento es conocido como la Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada (E-UTRAN).

Ejemplos no limitantes de nodos de acceso apropiados son una estación base de un sistema celular, por ejemplo lo que se conoce como Nodo B o Nodo B mejorado (eNB) en el vocabulario de las especificaciones del 3GPP. Los eNB pueden proporcionar características de E-UTRAN tales como protocolo de capa de Control de Enlace de Radio/Control de Acceso al Medio/Física del plano de usuario (RLC/MAC/PHY) y terminaciones de protocolo de Control de Recursos de Radio (RRC) del plano de control hacia dispositivos de comunicación móvil. Otros ejemplos incluyen estaciones base de sistemas que están basados en tecnologías tales como red de área local inalámbrica (WLAN) y/o WiMax (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas).

Un dispositivo de comunicación móvil apropiado puede proporcionarse por cualquier dispositivo que pueda enviar y recibir señales de radio. Ejemplos no limitantes incluyen una estación móvil (MS) tal como un teléfono móvil o lo que se conoce como un 'teléfono inteligente', un ordenador portátil proporcionado con una tarjeta de interfaz inalámbrica u otra facilidad de interfaz, asistente de datos personal (PDA) proporcionado con capacidades de comunicación inalámbricas, o cualesquiera combinaciones de estos o similares. Un dispositivo de comunicación móvil puede usarse para voz y llamadas de vídeo, para acceder a aplicaciones de servicio proporcionadas mediante una red de datos.

La estación base 12 se describirá ahora en detalle adicional con referencia a la Figura 2. La Figura 2 desvela una estación base 12 de acuerdo con algunas realizaciones. La estación base 12 comprende un módulo de sistema 20. El módulo de sistema 20 puede ser una unidad de banda base (BBU) que realiza operaciones de sistema tales como comunicar con una red principal. El módulo de sistema 20 comunica con un módulo de radiofrecuencia 21 a través de una interfaz 1r. El módulo de radiofrecuencia puede ser una unidad de radio remota (RRU). El módulo de radiofrecuencia 21 convierte señales de banda base en un formato adecuado para transmisión a través de una red inalámbrica. El módulo de radiofrecuencia envía señales para transmisiones inalámbricas a un sistema de antenas 22. El sistema de antenas 22 comprende una pluralidad de antenas 23. En algunas realizaciones el módulo de radiofrecuencia está separado del módulo de sistema, sin embargo, como alternativa, el módulo de radiofrecuencia y el módulo de sistema pueden estar comprendidos en la misma entidad de red. En algunas otras realizaciones el sistema de antenas 22 y el módulo de radiofrecuencia 21 pueden estar comprendidos en la misma entidad de red. La pluralidad de antenas pueden usarse juntas para los fines de transmisiones inalámbricas de formación de haces.

Algunos subcomponentes de hardware de radiofrecuencia pueden demostrar características que son de frecuencia selectiva tanto en fase como amplitud. Las características de frecuencia selectiva introducen un error que distorsiona señales recibidas o transmitidas por la estación base.

La Figura 6 desvela un gráfico a modo de ejemplo de pérdida de señal frente a frecuencia debido a uno o más subcomponentes de hardware de radiofrecuencia. En particular, la Figura 6 ilustra un subcomponente de filtro de radiofrecuencia que provoca varianzas de frecuencia selectiva en la estación base. El subcomponente puede ser otro

hardware electrónico que provoca una varianza de frecuencia selectiva. La región sombreada 60 es la banda de frecuencia a través de la cual opera el subcomponente, que en este caso es un filtro. En algunos casos el filtro provoca una ondulación de pérdida de inserción en el punto de amplitud por encima de 5 MHz hasta 1,55 (± 0.77) dB, por encima de 10 MHz hasta 1,8 ($\pm 0,9$) dB y por encima de 20 MHz hasta 2 (± 1) dB. El filtro puede provocar también

5 ondulaciones de fase que también son significativas para la operación de la estación base. Los errores de amplitud y fase grandes debidos al filtro pueden provocar un patrón de radiación inesperado que significa que la estación base no puede formar un haz particular en una dirección particular con un cierto nivel de potencia. De esta manera, puede impedirse la formación de haces a al menos características de frecuencia selectiva de subcomponentes de hardware de la estación base.

10 La Figura 6 es ilustrativa y muestra variación de frecuencia selectiva a modo de ejemplo para un filtro físico particular. Las características selectivas pueden cambiar dependiendo de los componentes y otros factores.

15 La Figura 6 ilustra características de frecuencia selectiva para un componente de hardware particular tal como un filtro. La ondulación de pérdida de inserción por el filtro puede considerarse como que tiene error en las señales recibidas / transmitidas, comprendiendo el error una primera parte estática y una segunda parte variable. La primera parte estática del error normalmente es estática una vez que se fabrican y ensamblan los componentes de hardware tal como el filtro. Por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 6 el valor tal como 2,8 dB, 1,25 dB, 1 dB y 0,8 dB son características estáticas de frecuencia selectiva del componente de hardware.

20 La segunda parte del error varía con el tiempo. Por ejemplo el error puede variar debido a factores del entorno tales como fluctuaciones de temperatura. Otros factores pueden afectar también las características de frecuencia selectiva variable tal como humedad, presión y otros fenómenos meteorológicos. La Figura 6 muestra la variación de error

25 en tres partes separadas de la subbanda de frecuencia. La varianza por ejemplo puede variar + o - 0,2 dB en el extremo inferior de la subbanda de frecuencia, + o - 0,1 dB en la parte media de la subbanda de frecuencia y variar entre +0,6 y - 0,4 dB en la parte superior de la subbanda de frecuencia.

30 La calibración de la estación base en un tiempo de iniciación de la estación base y también durante la operación de la estación base puede superar errores de amplitud y de fase debido a componentes de hardware de la estación base. De hecho los errores estáticos y variables pueden compensarse de acuerdo con algunas de las realizaciones descritas en lo sucesivo.

35 La Figura 2 ilustra una estación base de acuerdo con algunas realizaciones que está configurada para calibrarse para errores estáticos y para errores variables.

40 Algunas realizaciones que llevan a cabo un procedimiento de calibración de arranque de frecuencia selectiva se describirán ahora con referencia a las Figuras 2, 3 y 4. La Figura 3 ilustra un diagrama de señalización entre el módulo de sistema 20, el módulo de radiofrecuencia 21 y el sistema de antenas 22. La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo para el método de calibración en el arranque de acuerdo con algunas realizaciones. En algunas realizaciones, el procedimiento de calibración de arranque tiene lugar en la inicialización o arranque de la estación base. La secuencia de calibración de arranque se muestra en el recuadro 310 de la Figura 3.

45 En el arranque de la estación base 12, como se muestra en la etapa 401 de la Figura 4, el error fijo de la estación base 12 se determina por el módulo de sistema 20. El módulo de sistema 20 comprende un procesador 24 que obtiene una secuencia de entrenamiento de arranque a partir de medios de almacenamiento 25. Los medios de almacenamiento 25 pueden ser una memoria comprendida en el módulo de sistema 20. En algunas realizaciones la memoria puede ser un medio de almacenamiento remoto del módulo de sistema 20.

50 Después del arranque de la estación base como se muestra en la etapa 401, el procesador 24 del módulo de sistema envía la secuencia de entrenamiento de arranque al módulo de radiofrecuencia 21 usando el módulo de transmisión / recepción 26 como se muestra en la etapa 301 de la Figura 3 y la etapa 402 de la Figura 4.

55 Las secuencias de entrenamiento de arranque están configuradas para una subbanda estrecha. En algunas realizaciones las secuencias de entrenamiento de arranque se usan para subbandas que tienen un ancho de banda de 180 KHz. En algunas realizaciones las secuencias de entrenamiento se generan por el módulo de sistema 20 de acuerdo con algoritmos predeterminados.

60 Antes de la etapa 402 el procesador 24 determina el número de subbandas a través de las que la estación base 12 ha de calibrarse para el procedimiento de calibración de arranque. El número de subbandas puede determinarse por el procesador 24 basándose en rendimiento, retardo de procesamiento y complejidad computacional. Adicionalmente el procesador 24 determina la longitud de la secuencia de entrenamiento de arranque basándose en rendimiento, retardo de procesamiento y complejidad computacional también. En algunas realizaciones el procesador 24 del módulo de sistema 20 determina el número de subbandas a cubrirse por la secuencia de entrenamiento de arranque y la longitud de la secuencia de entrenamiento basándose en limitaciones determinadas del software y hardware. De esta manera, el procesador 24 determina una secuencia de entrenamiento de arranque particular sin requerir actualizar el software o hardware de la estación base. En otras realizaciones el procesador 24 obtiene secuencias de entrenamiento

de arranque desde la memoria.

5 El procesador 24 en algunas realizaciones puede seleccionar una secuencia de entrenamiento de arranque que es más larga que una secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución puesto que las restricciones de temporización del procedimiento de arranque son menos restrictivas. Esto significa que el retardo de procesamiento del procedimiento de calibración de arranque puede adaptarse si se usa una secuencia de entrenamiento de arranque que es más larga que una secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución.

10 En algunas realizaciones la secuencia de entrenamiento de arranque se envía desde el módulo de transmisión / recepción 26 al módulo de radiofrecuencia 21 en un tiempo predeterminado, por ejemplo el módulo de sistema 20 y el módulo de radiofrecuencia 21 están configurados para enviar y recibir respectivamente en un periodo de guarda.

15 El módulo de radiofrecuencia 21 recibe la secuencia de entrenamiento de arranque en un módulo de transmisión / recepción 27 como se muestra en la etapa 403 de la Figura 4. El módulo de radiofrecuencia 21 comunica con el módulo de sistema 20 a través de una interfaz Ir. La interfaz Ir puede ser una interfaz de radio pública común (CPRI), una interfaz de iniciativa de la arquitectura de estación base abierta (OBSAI) o una interfaz de radio abierta (ORI). Cuando el módulo de transmisión / recepción 27 recibe la secuencia de entrenamiento de arranque, un procesador 28 del módulo de radiofrecuencia 21 puede almacenar la secuencia de entrenamiento de arranque en la memoria 29. La memoria 29 del módulo de radiofrecuencia 21 puede estar comprendida en el módulo de radiofrecuencia 21 o como alternativa puede estar remota del módulo de radiofrecuencia 21.

25 El módulo de radiofrecuencia a continuación envía la secuencia de entrenamiento al sistema de antenas 22 como se muestra en las etapas 403 de la Figura 4 y 302 de la Figura 3. El módulo de transmisión / recepción 27 está configurado para enviar y recibir señales a y desde tanto el módulo de sistema 20 como el sistema de antenas 22. En algunas realizaciones el módulo de transmisión / recepción 27 del módulo de radiofrecuencia comprende una primera parte para transmitir / recibir información desde el módulo de sistema a través de la interfaz Ir y una segunda parte para transmitir / recibir información al sistema de antenas.

30 El módulo de radiofrecuencia 21 envía la secuencia de entrenamiento de arranque a un bucle de calibración de cada tubería de transmisión / recepción a un nivel de potencia dado. Una tubería de transmisión / recepción es una cadena de radiofrecuencia que comprende una pluralidad de componentes de radiofrecuencia que envían y / o reciben señales. Esto significa que la secuencia de entrenamiento de arranque se envía desde al menos una de una pluralidad de las cadenas de transmisión de radiofrecuencia 23 y está en bucle por una red de calibración de antena y se recibe por al menos una de una pluralidad de cadenas de recepción de radiofrecuencia 23. La Figura 2 muestra únicamente dos antenas pero estas pueden ser cualquier número de antenas en una estación base. La secuencia de entrenamiento de arranque puede enviarse y recibirse desde cualquier combinación de la pluralidad de antenas en la estación base 12. De esta manera, el sistema de antenas recibirá una secuencia de entrenamiento según se transmite por otra de las antenas y la secuencia de entrenamiento de arranque se distorsionará debido a las características del hardware y software de la estación base. Las señales recibidas desde el sistema de antenas 22 se envían desde el sistema de antenas al módulo de radiofrecuencia 21 como se muestra en la etapa 303 de la Figura 3 y en la etapa 405 de la Figura 4.

45 El sistema de antenas 22 puede enviar y recibir la secuencia de entrenamiento de arranque en diferentes subbandas y para diferentes tuberías de transmisión / recepción en paralelo o como alternativa en secuencia. Como alternativa en algunas realizaciones la secuencia de entrenamiento de arranque puede enviarse y recibirse en cualquier orden de diferentes subbandas y diferentes tuberías.

50 El módulo de radiofrecuencia 21 a continuación envía las señales recibidas al módulo de sistema 30 como se muestra en la etapa 304 de la Figura 3 y la etapa 406 de la Figura 4. El procesador 24 del módulo de sistema 20 envía las señales recibidas recibidas en el módulo de transmisión / recepción 26 a un módulo de detección 30. El módulo de detección 30 mide las características de las señales recibidas como se muestra en la etapa 407 y estima los errores de amplitud, fase y/o de latencia de las señales recibidas. El módulo de detección 30 envía las mediciones estimadas al procesador 24 y el procesador determina los vectores de error del sistema de antenas basándose en la medición determinada como se muestra en la etapa 408 de la Figura 4. El procesador 24 determina los vectores de error para cada configuración de tubería de transmisión / recepción de subbanda.

60 En algunas realizaciones, el módulo de radiofrecuencia 21 envía las señales recibidas a un módulo de detección 31 en el módulo de radiofrecuencia 21. Si el módulo de detección 31 del módulo de radiofrecuencia 21 mide errores de amplitud, fase, y/o de latencia de las señales recibidas, el procesador 28 del módulo de radiofrecuencia 21 determina los vectores de error del sistema de antenas basándose en las mediciones determinadas. El módulo de radiofrecuencia 21 a continuación envía los vectores de error a través de la interfaz Ir al módulo de sistema 20.

65 El procesador 24 del módulo de sistema 20 envía los vectores de error al módulo de compensación 32 y el módulo de compensación determina información de corrección. En algunas realizaciones la información de corrección son vectores anti-error basados en los vectores de error. El vector anti-error cuando se aplica a una transmisión para envío o recepción mediante la estación base 12 compensa la variación determinada en el procedimiento de calibración de arranque.

El módulo de compensación 32 aplica el vector anti-error a cada única transmisión de datos de enlace descendente para compensar el error fijo debido a las características de frecuencia selectiva estáticas del módulo de radiofrecuencia como se muestra en la etapa 409 de la Figura 4. El procesador 24 puede almacenar los vectores anti-error en la memoria 25 para compensar transmisiones de datos de enlace descendente después del arranque.

El procedimiento de calibración de arranque se describirá ahora en referencia a la Figura 8 que desvela un algoritmo más detallado del procedimiento de calibración de arranque. La Figura 8 muestra bloques del algoritmo que se lleva a cabo en el módulo de sistema 20 y bloques que se llevan a cabo en el módulo de radiofrecuencia 21.

El procesador 24 mapea una secuencia de entrenamiento a un bloque de recursos físico usando un mapeador de bloque de recursos físico 801. El procesador 24 a continuación lleva a cabo una transformada rápida de Fourier inversa 802 en la secuencia de entrenamiento. El procesador 24 a continuación añade un prefijo cíclico 803 a la secuencia de entrenamiento. La secuencia de entrenamiento se envía a continuación al módulo de radiofrecuencia 21 y las etapas se llevan a cabo como se ha analizado previamente y se muestra en las Figuras 3 y 4.

Cuando el módulo de sistema 20 recibe la secuencia de entrenamiento distorsionada recibida desde el sistema de antenas 22 mediante el módulo de radiofrecuencia 21 el procesador 24 elimina el prefijo cíclico como se muestra en la etapa 804. El procesador a continuación lleva a cabo una transformada rápida de Fourier mostrada en la etapa 805. El procesador a continuación realiza un esquema de desmapeo y separa las señales como se muestra en la etapa 806. El procesador a continuación promedia la fase y amplitud en cada PRB como se muestra en la etapa 807. El módulo de sistema 20 puede a continuación determinar los vectores anti error como se ha mencionado previamente.

El procedimiento de calibración de tiempo de ejecución para calibrar la estación base 12 con respecto a características de frecuencia selectiva que varían con el tiempo se describirá ahora con respecto a la Figura 2, la Figura 3 y la Figura 5. La Figura 5 muestra un diagrama de flujo para el método de calibración de tiempo de ejecución de acuerdo con algunas realizaciones. La secuencia de calibración de tiempo de ejecución se muestra en el recuadro 320 de la Figura 3. El procedimiento de calibración de tiempo de ejecución se realiza cuando la estación base está operando como se muestra en la etapa 501, por ejemplo, después de que se ha arrancado la estación base.

El módulo de radiofrecuencia 21 comprende un temporizador 33 que determina un periodo de tiempo entre procedimientos de calibración de tiempo de ejecución. El temporizador 33 puede configurarse por el procesador 28 y puede modificarse la periodicidad de los procedimientos de calibración durante tiempo de ejecución de la estación base 12. La estación base 12 es operacional durante el procedimiento de tiempo de ejecución y el tiempo después de que la estación base haya completado la inicialización. Es decir, el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución se lleva a cabo en cualquier tiempo después del procedimiento de calibración de arranque. En algunas realizaciones alternativas no hay temporizador, sino que el procesador 28 está configurado para activar el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución en respuesta a un evento. Por ejemplo, el procesador puede activar el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución en respuesta a un cierto intervalo de tiempo o información contenida en una parte particular de una trama.

Cuando el temporizador 33 se agota el procesador 28 inicia el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución. El procesador 28 recupera una secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución como se expone en la etapa 502.

El módulo de sistema 20 usa los vectores anti-error determinados en el procedimiento de calibración de arranque para generar la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución para el procedimiento de calibración en tiempo de ejecución. De esta manera la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución ya se ha compensado para las características de frecuencia selectiva fijadas determinadas en el procedimiento de calibración de arranque.

El módulo de radiofrecuencia 21 puede recibir la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución desde el módulo de sistema 20 como se muestra en la etapa 305 de la Figura 3. El módulo de radiofrecuencia 21 puede almacenar la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución en la memoria 29 en un tiempo anterior al procedimiento de calibración de tiempo de ejecución. En una realización, el módulo de radiofrecuencia 21 recibe la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución al mismo tiempo que la secuencia de entrenamiento de arranque desde el módulo de sistema 20. En algunas otras realizaciones, el módulo de radiofrecuencia 21 recupera la secuencia de tiempo de ejecución de la memoria en la etapa 305.

El procesador 28 envía la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución al módulo de transmisión / recepción 27 para enviar al sistema de antenas 22. La señal de entrenamiento de tiempo de ejecución se envía desde el módulo de radiofrecuencia 21 al sistema de antenas 22 como se muestra en la etapa 306 de la Figura 3.

Similar al procedimiento de calibración de arranque la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución se envía desde el módulo de radiofrecuencia para enviarse a un bucle de calibración o red de cada tubería con un nivel de potencia dado como se muestra en la etapa 503.

La secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución se transmite desde una primera antena de la pluralidad de

antenas 23 a una segunda antena de la pluralidad de antenas y las señales recibidas se envían desde el sistema de antenas 22 al módulo de radiofrecuencia 21 como se muestra en la etapa 504 de la Figura 5 y 307 de la Figura 3.

- 5 Las señales recibidas desde el sistema de antenas comprenderán las secuencias de entrenamiento de tiempo de ejecución con distorsiones de error puesto que la secuencia de entrenamiento ha pasado a través de la cadena de transmisión y recepción de la estación base 12. Sin embargo, puesto que la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución se ha compensado para los errores fijos, las señales recibidas comprenderán las secuencias de tiempo de ejecución que están distorsionadas únicamente por los errores variables.
- 10 La secuencia de entrenamiento puede llevarse a cabo para la totalidad del ancho de banda de operación de la estación base. En una realización alternativa la secuencia de entrenamiento puede enviarse y recibirse para una pluralidad de subbandas y diferentes tuberías. Por ejemplo, en una realización, la secuencia de entrenamiento puede usarse para la subbanda de 5 MHz con un ancho de banda de operación de 20 MHz. La secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución puede enviarse para cada tubería diferente y subbanda en paralelo o en secuencia. La secuencia de calibración de tiempo de ejecución es más sencilla que la secuencia de calibración de arranque. Por ejemplo, el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución requiere menos subbandas y por lo tanto menores iteraciones de procesamiento en el procedimiento de calibración. De esta manera hay menos requisitos de procesamiento para el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución y significa que el módulo de radiofrecuencia no necesita actualizarse para realizar el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución.
- 15 El módulo de transmisión / recepción 27 del módulo de radiofrecuencia 21 recibe la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución distorsionada desde el sistema de antenas 22 y pasa la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución distorsionada al módulo de detección. El módulo de detección 31 mide las características de las señales recibidas como se muestra en la etapa 505 y determina los errores de amplitud, fase o de latencia de las señales recibidas. El procesador 28 determina los vectores de error para el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución. El procesador 28 determina los vectores de error para cada una de las subbandas configuradas y cada una de la transmisión o recepción de tuberías.
- 20 En algunas realizaciones se usa una pluralidad de subbandas para calibración de tiempo de ejecución y el procesador 28 promedia los vectores de error para la pluralidad de subbandas. En una realización alternativa el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución se realiza para la totalidad del ancho de banda de operación y no se requiere etapa de promediado. La etapa de determinación de los vectores de error del sistema de antenas basándose en las mediciones se muestra en la etapa 506.
- 25 El procesador envía los vectores de error al módulo de compensación 34 de modo que el módulo de compensación 34 puede determinar la información de corrección o vectores anti-error para los errores variables como se muestra en la etapa 507.
- 30 El módulo de compensación 34 usa los vectores anti error determinados a partir del procedimiento de calibración de tiempo de ejecución con muestras de I/Q de datos de usuario en el dominio del tiempo para compensar las características de frecuencia selectiva que varían con el tiempo en el módulo de radiofrecuencia 21. Las muestras de I/Q de datos de usuario son el tipo de datos y formato recibido y la transmisión entre el módulo de sistema 20 y el módulo de radiofrecuencia 21. El módulo de compensación 34 lleva a cabo la compensación para las variaciones de frecuencia selectiva variables en el tiempo cada vez que se transmiten datos o se reciben en el módulo de radiofrecuencia 21.
- 35 En algunas realizaciones en un sistema de división por dúplex en el tiempo, tal como el modo de división por dúplex en el tiempo de la evolución a largo plazo (TDLTE) o las normas de acceso múltiple por división de código (CDMA) tales como acceso múltiple por división de código síncrono de división en el tiempo (TDSCDMA), CDMA2000 y acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), el envío y recepción de la secuencia de entrenamiento como se expone en las etapas 503 y 504 se lleva a cabo fuera de las ventanas de transmisión de enlace descendente y de recepción de enlace ascendente de 3GPP. En su lugar, se usa un periodo de guarda para transmitir y recibir la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución.
- 40 En algunas realizaciones el módulo de radiofrecuencia recibe los vectores de error de arranque que representan la varianza de frecuencia selectiva fijada determinada durante el procedimiento de calibración de arranque. El módulo de radiofrecuencia 21 recibe los vectores de error de arranque desde el módulo de sistema 20 cuando el módulo de sistema 20 envía la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución al módulo de radiofrecuencia 21. El módulo de radiofrecuencia 21 almacena los vectores de error de arranque en la memoria 29. La secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución recibida desde el módulo de sistema 20 en algunas realizaciones no se ha compensado usando los vectores anti error determinados en el procedimiento de calibración de arranque. Esto significa que el módulo de compensación 34 usa los vectores de error de arranque cuando se compensan las varianzas de frecuencia selectiva variables para evitar compensar las varianzas de frecuencia selectiva fijadas más de una vez.
- 45 Una vez que el módulo de compensación 34 ha compensado las transmisiones basándose en los vectores de error determinados en el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución, el temporizador 33 se resetea.
- 50
- 55
- 60
- 65

El procedimiento de calibración de tiempo de ejecución se repite como se muestra en la etapa 508 cuando el temporizador 33 se agota de nuevo. La repetición de envío de la secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución al sistema de antenas se muestra en la etapa 306 y la recepción de la señal distorsionada mostrada en la etapa 307 se muestra en la Figura 3 mediante el bucle 330 que se activa por el temporizador 33. De esta manera se repite el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución de la Figura 5. Esto significa que puede tenerse en cuenta el error variable debido a las características de frecuencia selectiva variables.

El procedimiento de calibración de tiempo de ejecución se analizará ahora en detalle adicional con referencia a la Figura 7. La Figura 7 muestra un diagrama de flujo más detallado del procedimiento de calibración de tiempo de ejecución. El procesador 28 recibe la secuencia de entrenamiento y aplica un desplazamiento cíclico a la secuencia de entrenamiento como se muestra en la etapa 701. El desplazamiento cíclico se aplica a las secuencias de entrenamiento si las secuencias de entrenamiento no se aplican en secuencia para cada una de las tuberías de transmisión y recepción. El procesador 28 a continuación aplica una respuesta de impulso finita de coseno elevado a las secuencias de entrenamiento. El procesador 28 a continuación modula y mapea las secuencias de entrenamiento como se muestra en las etapas 703 y 704. Las secuencias de entrenamiento a continuación se envían al sistema de antenas 22 y las secuencias de entrenamiento distorsionadas se des-mapean y demodulan como se muestra en las etapas 705 y 706.

Las secuencias de entrenamiento están correlacionadas como se muestra en la etapa 707. El módulo de radiofrecuencia 21 a continuación detecta la amplitud de fase y error de retardo como se muestra en la etapa 708. El procesador 28 a continuación promedia y determina los vectores de error para su uso en el módulo de compensación 34 como se muestra en la etapa 709.

En algunas realizaciones el procedimiento de calibración de arranque se inicia durante tiempo de ejecución cuando se requiera. Si se requiere el procedimiento de calibración de arranque durante tiempo de ejecución entonces se restringe el procesador 24 de que envíe la secuencia de entrenamiento de arranque durante un periodo de guarda. En algunas otras realizaciones el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución puede desactivarse cuando el procedimiento de calibración de arranque se inicializa durante tiempo de ejecución.

En algunas realizaciones las secuencias de entrenamiento de arranque y de tiempo de ejecución pueden fijarse. Esto es debido a que hay un número finito de secuencias de entrenamiento con buena correlación y correlación cruzada. En algunas realizaciones el procesador 24 del módulo de sistema 20 puede generar una tabla de secuencias de entrenamiento fuera de línea y la tabla de secuencias de entrenamiento se almacena tanto en el módulo de sistema 20 como en el módulo de radiofrecuencia 21. El módulo de sistema 20 a continuación envía una indicación de una secuencia de entrenamiento durante el procedimiento de calibración de arranque. La indicación de la secuencia de entrenamiento puede ser un índice de secuencia en el formato de escalar, vector o matriz. Esto reduce las demandas de ancho de banda entre el módulo de sistema 10 y el módulo de radiofrecuencia 21.

En algunas realizaciones la estación base es un eNodo B. El eNodo B tiene control de la asignación y concesión de recursos de enlace ascendente y enlace descendente. De esta manera, el último o los dos últimos símbolos de la subtrama de enlace descendente o enlace ascendente de la trama aérea se usan en algunas realizaciones como el periodo de calibración de tiempo de ejecución. Puesto que se usa el último símbolo de la subtrama de enlace descendente o enlace ascendente para una secuencia de entrenamiento, puede usarse un mecanismo de adaptación de tasa de código especial para no reducir el caudal del enlace descendente. En una realización los bits menos importantes después de turbo codificación pueden mapearse a un último símbolo y sospecharse o sustituirse por la secuencia de entrenamiento. En algunas realizaciones la potencia para el último símbolo en la trama aérea se transmite con el nivel de potencia tan bajo como sea posible. Adicionalmente el sistema de antenas y red de calibración están configurados de modo que realizarán bucle de nuevo y volverán al último símbolo que comprende la secuencia de entrenamiento a la cadena de calibración de recepción en lugar de enviarlo al aire.

En algunas realizaciones, en la dirección de enlace ascendente, el último símbolo que se usa para señales de referencia de sondeo (SRS), que es un canal físico de enlace ascendente de LTE, u otros fines, podría usarse para recibir la secuencia de entrenamiento de calibración. El planificador de mac de enlace ascendente necesita asegurarse de que los últimos símbolos están especializados para la calibración y no se usarán para ningún tráfico de usuario de enlace ascendente.

El uso de un procedimiento de calibración de arranque y de un procedimiento de calibración de tiempo de ejecución proporciona mejor rendimiento de calibración conseguido a coste inferior. El procedimiento de calibración de tiempo de ejecución en el dominio del tiempo puede proporcionarse a un nivel aproximado y significa que la complejidad del campo de matriz de puertas programables puede reducirse y por lo tanto se reduce el coste de hardware del módulo de radiofrecuencia. Puesto que el procedimiento de calibración de tiempo de ejecución se lleva a cabo únicamente dentro del módulo de radiofrecuencia no se requieren requisitos para cambiar la interfaz Ir. Adicionalmente no se transmiten o reciben datos o mensajes de control adicionales en la interfaz Ir durante el periodo de un procedimiento de calibración de tiempo de ejecución. Esto significa que es más fácil integrar un módulo de radiofrecuencia de terceros con un módulo de sistema puesto que no hay requisito adicional en el procedimiento de calibración de tiempo de

ejecución.

Se observa que aunque se han descrito realizaciones en relación con LTE, pueden aplicarse principios similares a cualquier otro sistema de comunicación donde se emplea una portadora que comprende una multiplicidad de portadoras de componente. También, en lugar de las portadoras proporcionadas por una estación base puede proporcionarse una portadora que comprende portadoras de componente por un dispositivo de comunicación tal como un equipo de usuario móvil. Por ejemplo, este puede ser el caso de aplicación donde no se proporciona equipo móvil fijo pero se proporciona un sistema de comunicación por medio de una pluralidad de equipo de usuario, por ejemplo en redes ad hoc. Por lo tanto, aunque se describieron ciertas realizaciones anteriormente a modo de ejemplo con referencia a ciertas arquitecturas a modo de ejemplo para redes inalámbricas, tecnologías y normas, las realizaciones pueden aplicarse a cualesquiera otras formas adecuadas de sistemas de comunicación que aquellos ilustrados y descritos en el presente documento.

Se observa también en el presente documento que aunque lo anterior describe realizaciones a modo de ejemplo de la invención, hay varias variaciones y modificaciones que pueden realizarse a la solución desvelada sin alejarse del alcance de la presente invención.

En general, las diversas realizaciones pueden implementarse en hardware o circuitos de fin especial, software, lógica o cualquier combinación de los mismos. Algunos aspectos de la invención pueden implementarse en hardware, mientras que otros aspectos pueden implementarse en firmware o software que puede ejecutarse por un controlador, microprocesador u otro dispositivo informático, aunque la invención no está limitada a lo mismo. Aunque pueden ilustrarse y describirse diversos aspectos de la invención como diagramas de bloques, diagramas de flujo o usando alguna otra representación gráfica, se entiende bien que estos bloques, aparatos, sistemas, técnicas o métodos descritos en el presente documento pueden implementarse en, como ejemplos no limitantes, hardware, software, firmware, circuitos o lógica de fin especial, hardware o controlador de fin general u otros dispositivos informáticos, o alguna combinación de los mismos.

Las realizaciones de esta invención pueden implementarse por software informático ejecutable por un procesador de datos del dispositivo móvil, tal como en la entidad de procesador, o por hardware, o por una combinación de software y hardware.

Además en este sentido debería observarse que cualesquiera bloques del flujo lógico como en las figuras pueden representar etapas de programa, o circuitos, bloques y funciones de lógica interconectados, o una combinación de etapas de programa y circuitos, bloques y funciones de lógica. El software puede almacenarse en tales medios físicos como chips de memoria, o bloques de memoria implementados en el procesador, medio magnético tales como disco duro o disco flexibles, y medios ópticos tales como, por ejemplo, DVD y las variantes de datos de los mismos, CD.

La memoria puede ser de cualquier tipo adecuado al entorno técnico local y puede implementarse usando cualquier tecnología de almacenamiento de datos adecuada, tal como dispositivos de memoria basada en semiconductores, dispositivos y sistemas de memoria magnética, dispositivos y sistemas de memoria óptica, memoria fija y memoria extraíble. Los procesadores de datos pueden ser de cualquier tipo adecuado al entorno técnico local, y pueden incluir uno o más de ordenadores de fin general, ordenadores de fin especial, microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), circuitos de nivel de puertas y procesadores basados en arquitectura de procesador de múltiples núcleos, como ejemplos no limitantes.

Las realizaciones de las invenciones pueden ponerse en práctica en diversos componentes tales como módulos de circuitos integrados. El diseño de circuitos integrados es en términos generales un proceso altamente automatizado. Están disponibles herramientas de software complejas y potentes para convertir un diseño de nivel lógico en un diseño de circuito de semiconductores listo para grabarse y formarse en un sustrato de semiconductores.

La descripción anterior ha proporcionado por medio de ejemplos a modo de ejemplo y no limitantes una descripción completa e informativa de la realización a modo de ejemplo de esta invención. Sin embargo, pueden hacerse evidentes diversas modificaciones y adaptaciones para los expertos en la materia en vista de la descripción anterior, cuando se leen en conjunto con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, todas estas modificaciones y similares de las enseñanzas de esta invención caerán aún dentro del alcance de esta invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. De hecho existe una realización adicional que comprende una combinación de una o más realizaciones con cualquiera de las otras realizaciones previamente analizadas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de calibración de una estación base (12) que comprende una pluralidad de antenas (23), comprendiendo el método:
- 5 recibir, en un módulo de radiofrecuencia (21), primera información de corrección desde un módulo de sistema (20) de la estación base (12), determinándose la información de corrección a partir de una primera calibración de la estación base (12), basándose la primera calibración en una primera secuencia de entrenamiento en bucle por una red de calibración de antena y que se recibe desde al menos una antena de la estación base (12);
- 10 recibir, en dicho módulo de radiofrecuencia (21), señales recibidas desde al menos una antena de la estación base (12); y
- 15 determinar, en dicho módulo de radiofrecuencia (21), segunda información de corrección basándose en las señales recibidas y en la primera información de corrección, en donde las señales recibidas desde la al menos una antena son una segunda secuencia de entrenamiento que comprende distorsiones de señal en bucle devuelta por dicha red de calibración de antena.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el método comprende:
- 20 recibir una secuencia de entrenamiento desde el módulo de sistema (20); y
- enviar la secuencia de entrenamiento a la al menos una antena de la estación base (12).
3. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que recibir la primera información de corrección comprende recibir información de corrección para corregir distorsiones de señal o una secuencia de entrenamiento modificada basándose en la información de corrección.
- 25 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera información de corrección es un vector de error para corregir un error fijo y la segunda información de corrección es un vector de error para corrección de un error variable.
- 30 5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera información de corrección se determina durante el arranque de la estación base (12) y la segunda información de corrección se determina después del arranque de la estación base (12).
- 35 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método comprende medir las características de las señales recibidas en respuesta a la segunda secuencia de entrenamiento; y la determinación de la segunda información de corrección comprende estimar la distorsión de error de las señales basándose en las mediciones.
- 40 7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera secuencia de entrenamiento es una secuencia de entrenamiento de arranque y/o la segunda secuencia de entrenamiento es una secuencia de entrenamiento de tiempo de ejecución.
- 45 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el método comprende medir las características de las señales recibidas en respuesta a la secuencia de entrenamiento de arranque; y estimar la distorsión de errores de las señales basándose en las mediciones; en donde dicha medición y/o dicha estimación se llevan a cabo en el módulo de sistema (20) y/o en el módulo de radiofrecuencia (21).
- 50 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el método comprende determinar la primera información de corrección basándose en la distorsión de error estimada.
- 55 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método comprende: compensar señales recibidas/transmitidas desde la estación base (12), estando distorsionadas las señales por características de al menos una de la pluralidad de antenas (23), basándose en la segunda información de corrección y/o la primera información de corrección.
- 60 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la compensación de las señales basándose en la segunda información de corrección y/o la primera información de corrección se lleva a cabo en el módulo de radiofrecuencia (21) y o en el módulo de sistema (20).
- 65 12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método comprende: repetir la recepción de las señales desde la al menos una antena y determinar la segunda información de corrección.
13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el método comprende recibir primera información de corrección para un primer número de subbandas y determinar segunda información de corrección para un segundo número de subbandas y el primer número de subbandas es mayor que el segundo número

de subbandas.

5 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el ancho de banda de al menos una subbanda del primer número de subbandas es menor que el ancho de banda de al menos una subbanda del segundo número de subbandas.

15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la determinación comprende determinar uno o más de errores de amplitud, errores de fase o errores de latencia de las señales.

10 16. Un programa informático que comprende medios de código de programa adaptados para realizar las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 cuando el programa se ejecuta en un aparato de procesamiento de datos.

17. Un aparato que comprende medios para realizar el método de las reivindicaciones 1 a 15.

15 18. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 17, en el que los medios comprenden:

un procesador; y
memoria que incluye código de programa informático;
en donde

20 la memoria y el código de programa informático están configurados para, con el procesador, provocar que el aparato realice el método de las reivindicaciones 1 a 15.

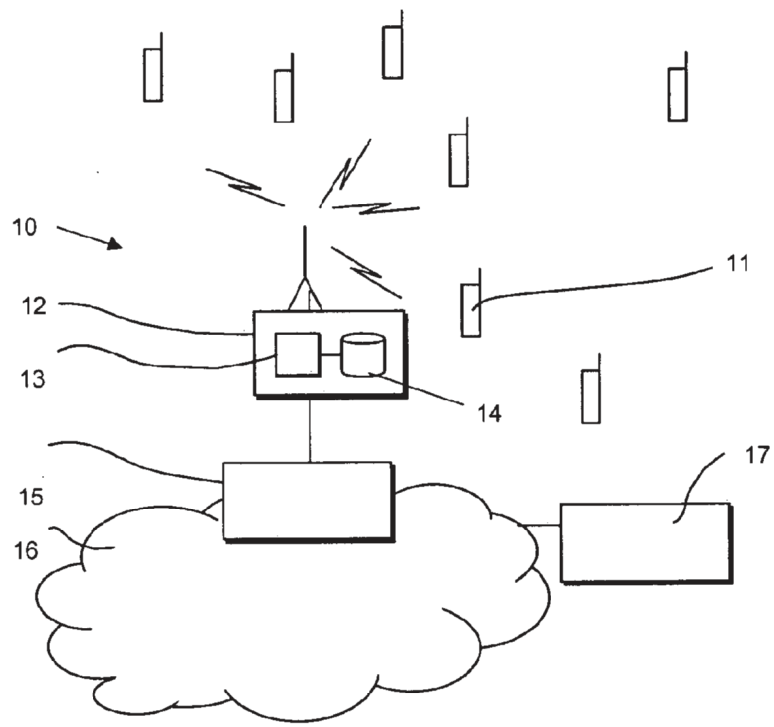


Fig 1

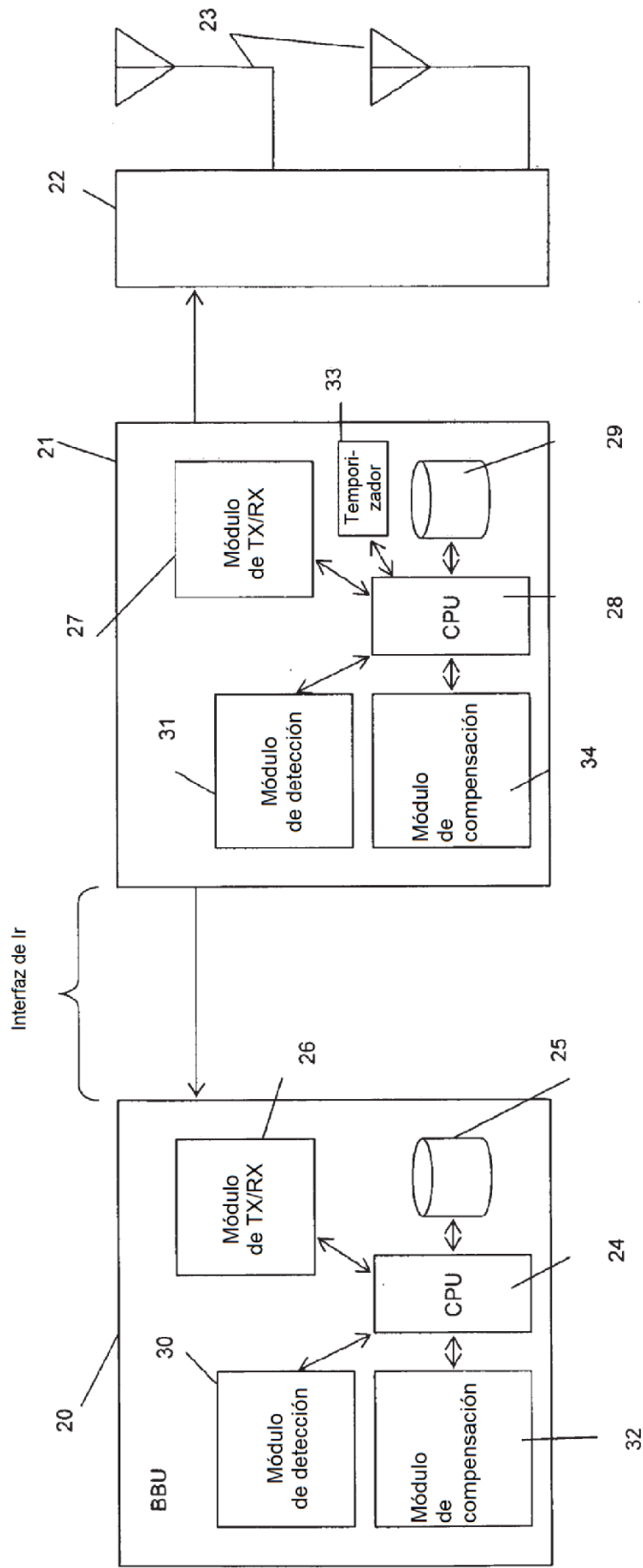


Fig 2

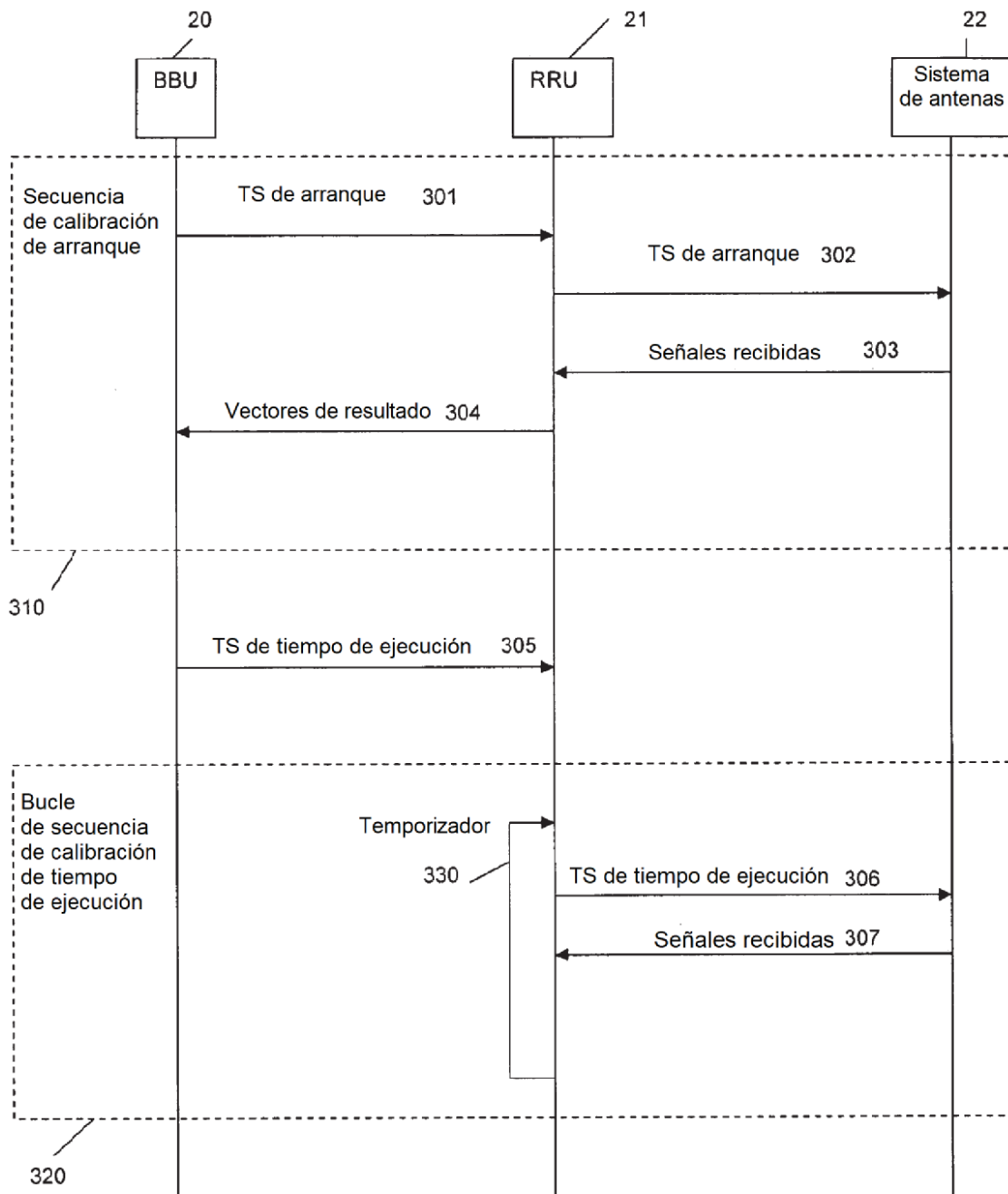


Fig 3

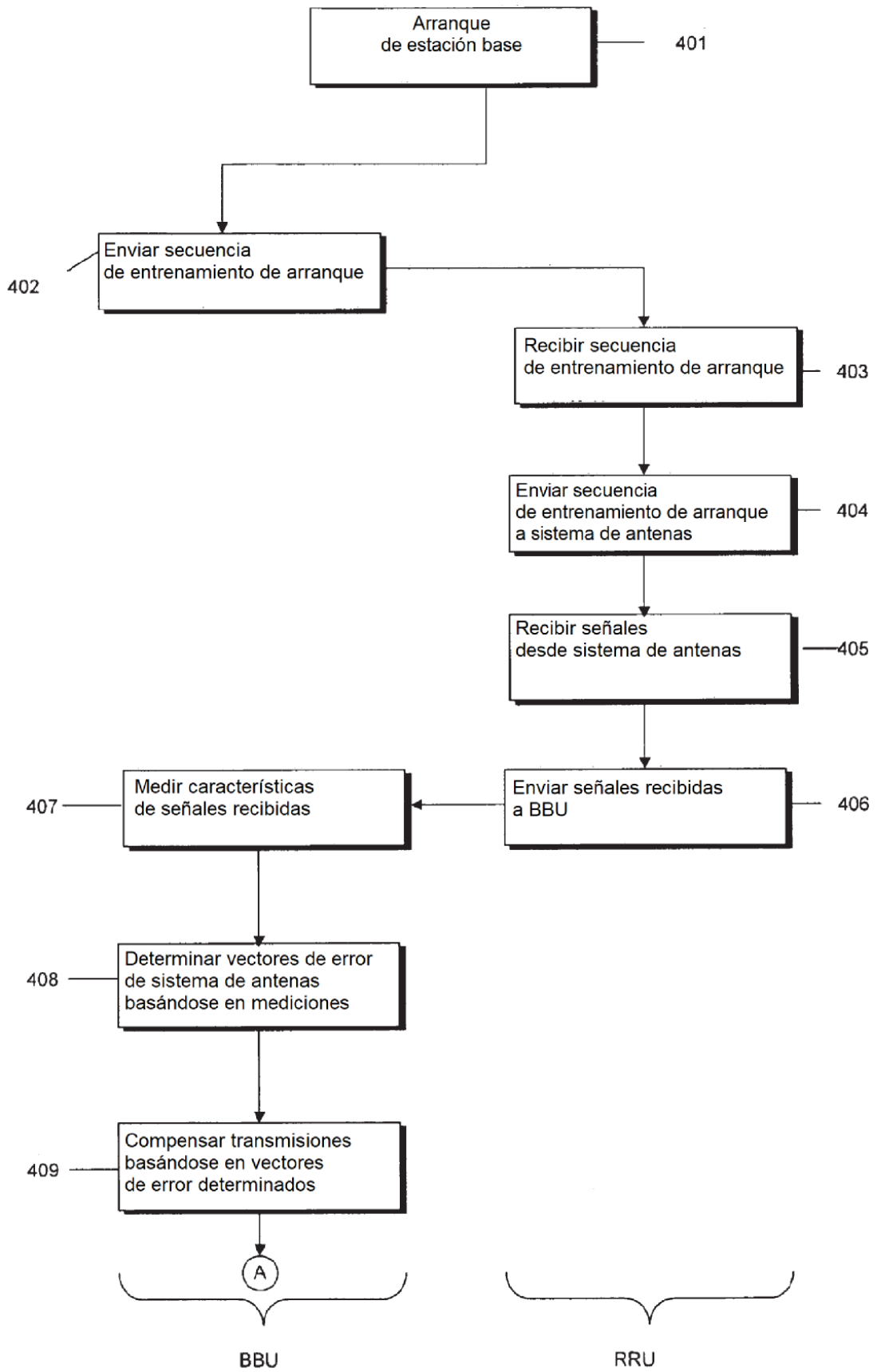


Fig 4

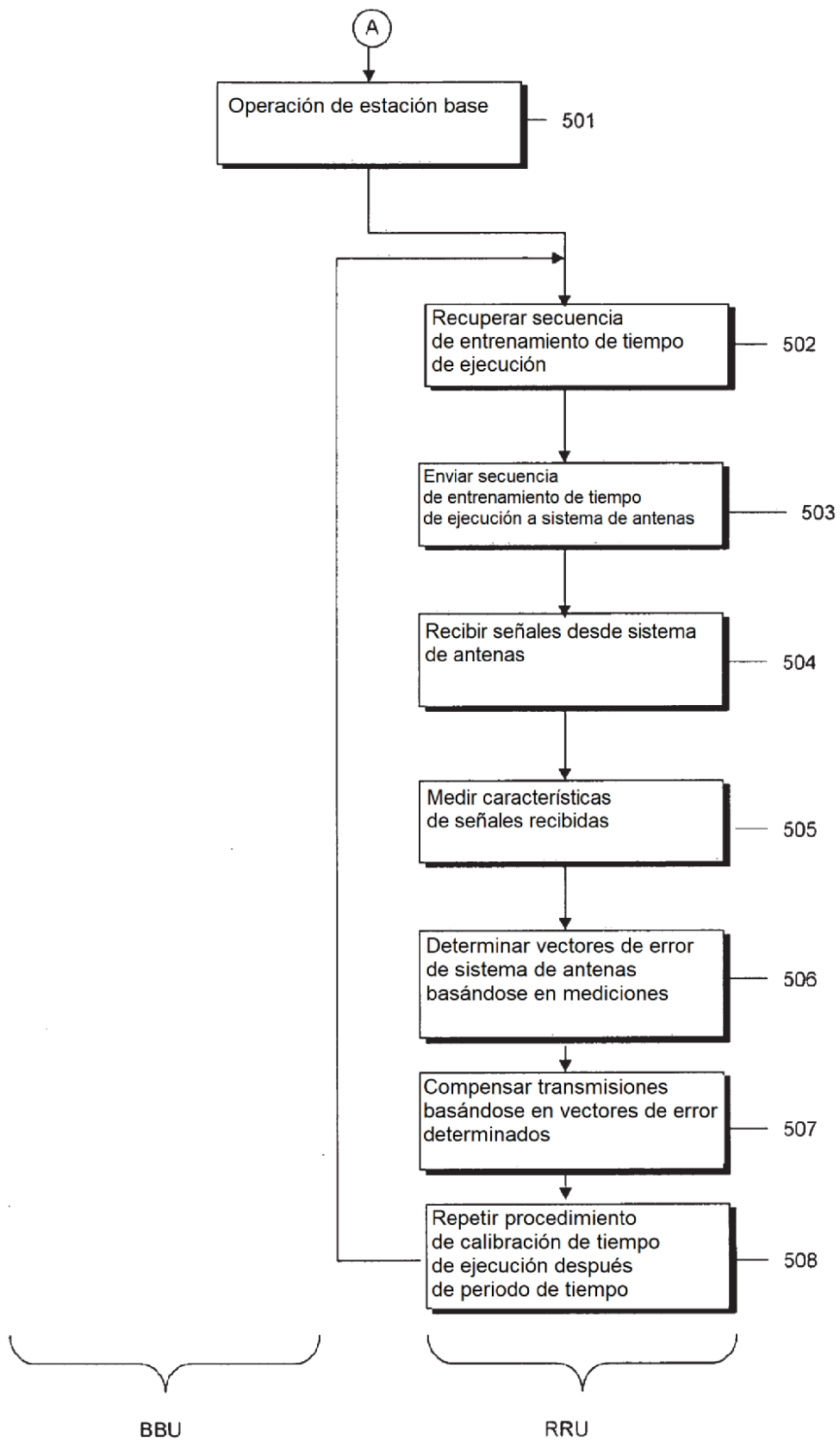


Fig 5

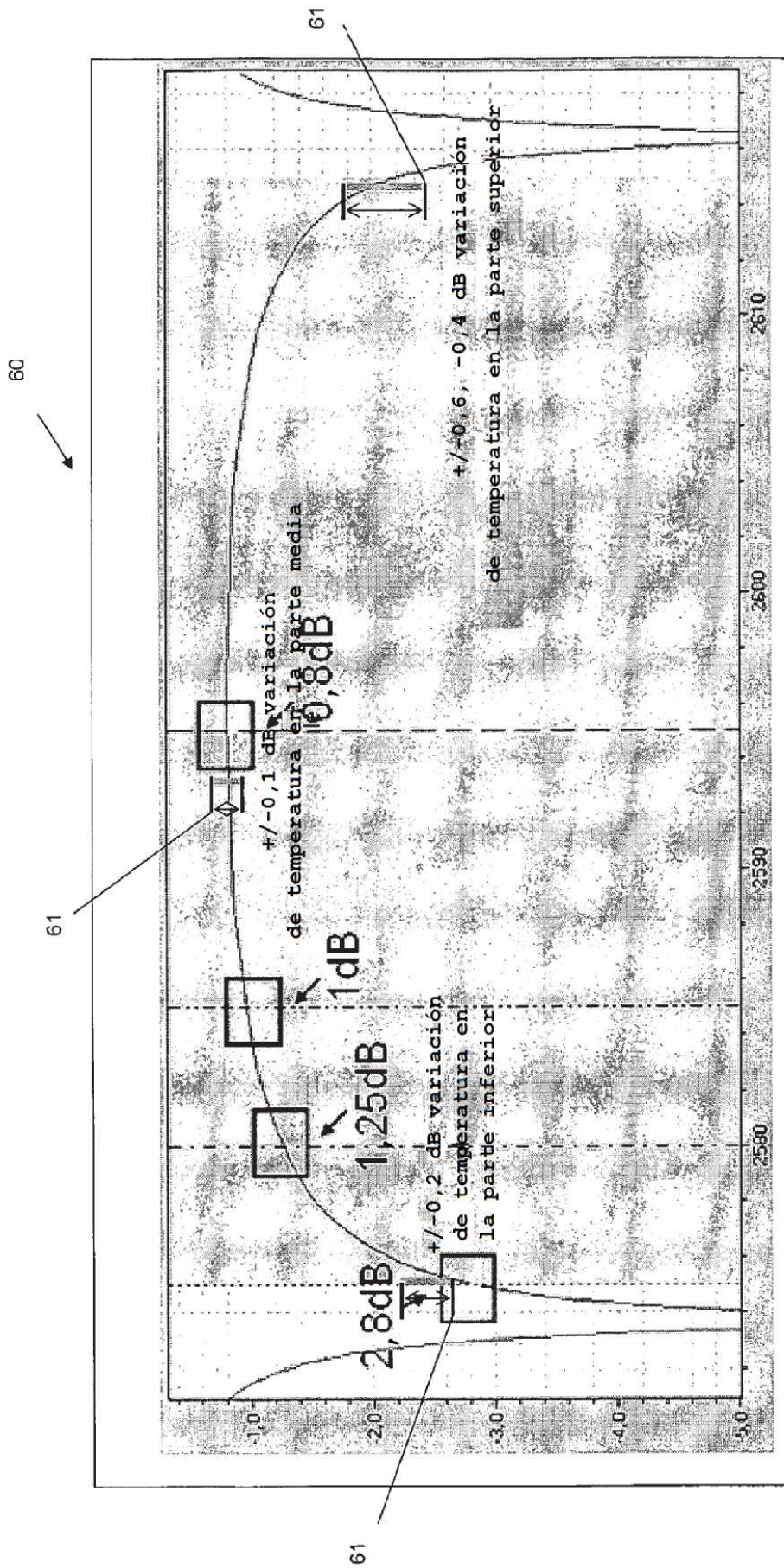


Fig 6

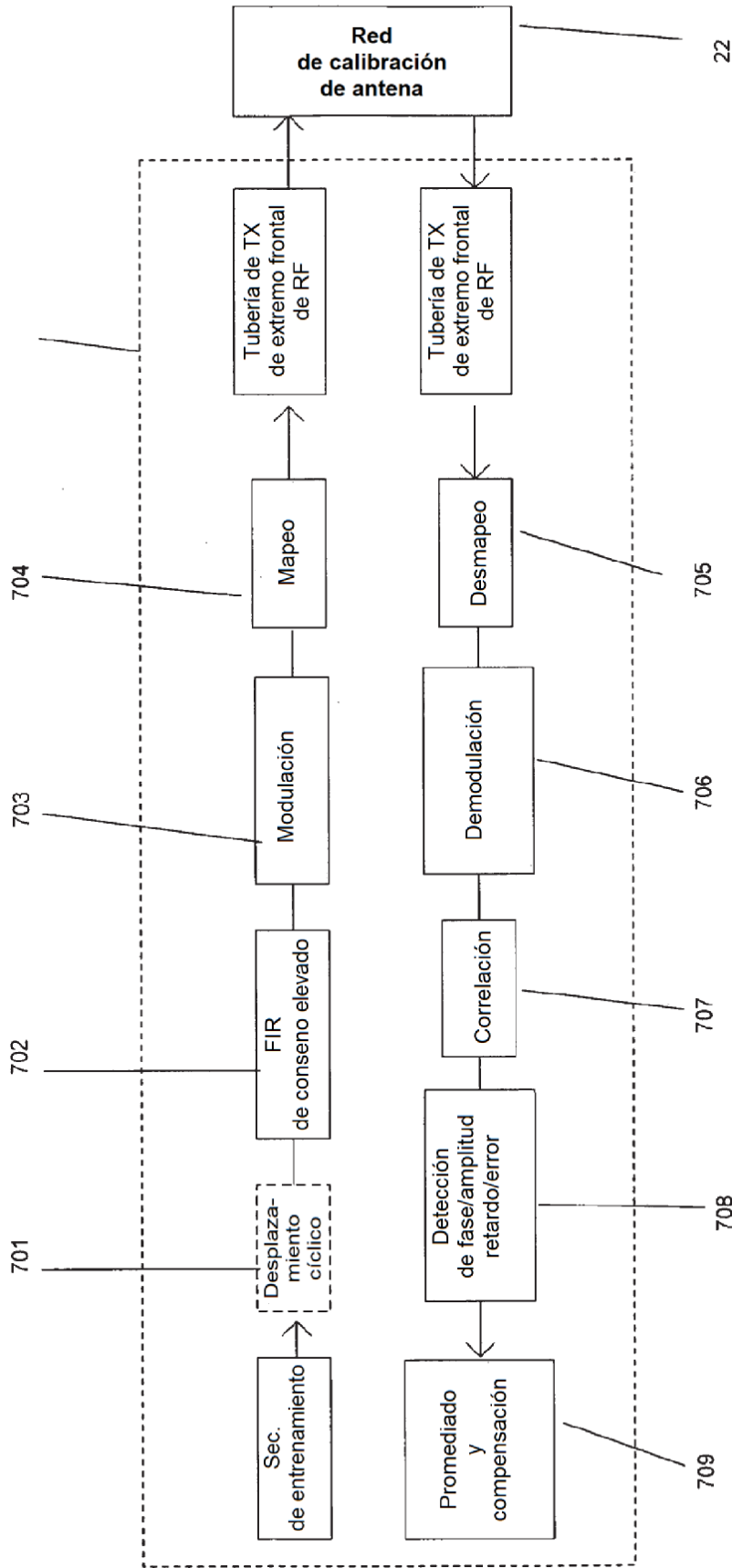


Fig 7

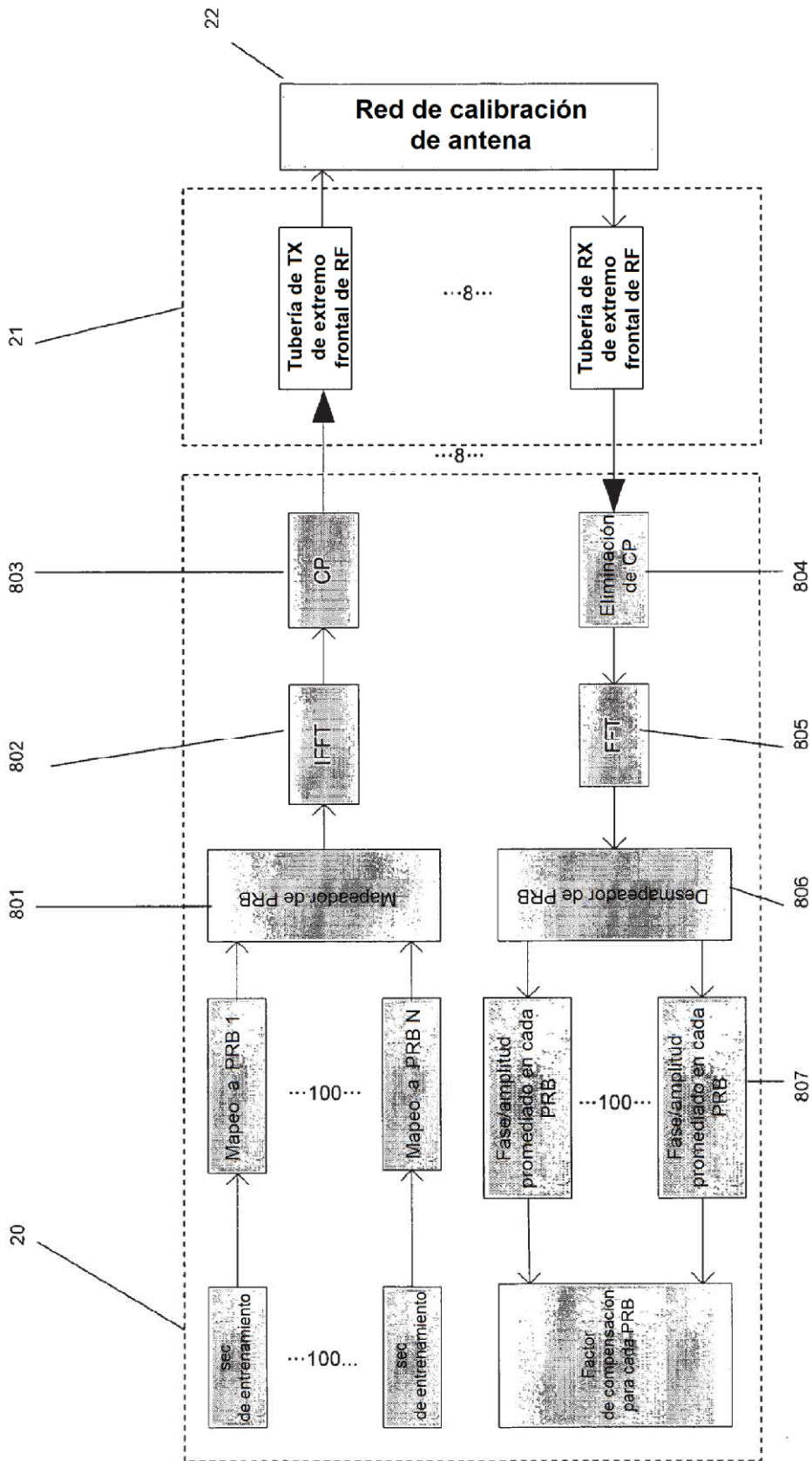


Fig 8