

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 474**

51 Int. Cl.:
H04B 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07010336 .1**
96 Fecha de presentación: **03.12.1999**
97 Número de publicación de la solicitud: **1848125**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **Sistema y estación base para proporcionar sincronización en un sistema de comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:
04.12.1998 US 206037

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.04.2012

73 Titular/es:
**QUALCOMM, INCORPORATED
5775 MOREHOUSE DRIVE
SAN DIEGO, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:
**Wallace, Mark S.;
Tiedemann, Edward G., Jr.;
Wheatley, Charles E., III.;
Waltson, Rod J. y
Howard, Steven J.**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 378 474 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

Sistema y estación base para proporcionar sincronización en un sistema de comunicaciones inalámbricas

Antecedentes de la invención

I. Campo de la invención

- 5 La presente invención versa acerca de sistemas de comunicaciones. Más en particular, la presente invención versa acerca de un procedimiento y un aparato novedosos y mejorados para sincronizar estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

II. Descripción de la técnica relacionada

10 El uso de técnicas de modulación de acceso múltiple por división de código (CDMA) no es más que una de varias técnicas para facilitar comunicaciones en las que hay presente un gran número de usuarios del sistema. Aunque se conocen otras técnicas, como el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y los esquemas de modulación AM, tal como la banda lateral única comprimida-expandida en amplitud (ACSSB), el CDMA tiene significativas ventajas con respecto a estas otras técnicas de modulación. El uso de técnicas de CDMA en un sistema de comunicaciones de acceso múltiple se da a conocer en la patente estadounidense nº 4.901.307, titulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS" y en la patente estadounidense nº 5.103.459, titulada "SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", estando ambas transferidas al cesionario de la presente invención. El procedimiento para proporcionar comunicación móviles de CDMA fue estandarizado en Estados Unidos por la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones en el documento TIA/EIA/IS-95-A, titulado "Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System", al que se hace referencia en el presente documento como IS-95.

25 En las patentes recién mencionadas se da a conocer una técnica de acceso múltiple en la que un gran número de usuarios de estaciones móviles, cada uno de los cuales tiene un transceptor, se comunican por medio de repetidores de satélite o estaciones base terrestres (también denominadas estaciones base celulares o emplazamientos de célula) usando señales de comunicaciones de espectro ensanchado de acceso múltiple por división de código (CDMA). Usando comunicaciones CDMA, el espectro frecuencial puede ser reutilizado múltiples veces, permitiendo así un aumento en la capacidad de usuarios del sistema. El uso de técnicas CDMA da como resultado una eficiencia espectral mucho mayor de la que puede lograrse usando otras técnicas de acceso múltiple.

30 Un procedimiento para desmodular simultáneamente datos que han viajado siguiendo diferentes trayectorias de propagación desde una estación base y para desmodular simultáneamente datos proporcionados de forma redundante desde más de una estación base se da a conocer en la patente estadounidense nº 5.109.390, titulada "DIVERSITY RECEIVER IN A CDMA CELLULAR COMMUNICATION SYSTEM", transferida al cesionario de la presente invención. En la patente 5.109.390, las señales desmoduladas por separado son combinadas para proporcionar una estimación de los datos transmitidos que tenga una mayor fiabilidad que los datos desmodulados por una trayectoria cualquiera o desde una estación base cualquiera.

40 La publicación de patente europea nº 0286614 describe un sistema en el que las estaciones base se sincronizan al recibir señales de llamada y de control transmitidas en el canal de control de radio procedentes de otras estaciones base durante sus tramas, y se determinan diferencias temporales entre referencias temporales internas en las estaciones base con la ayuda de las señales recibidas de llamada y de control.

45 Las transferencias de comunicación pueden generalmente dividirse en dos categorías —transferencia dura y transferencia suave—. En una transferencia dura, cuando una estación móvil se aleja de una estación base de origen y entra en una estación base de destino, la estación móvil rompe su enlace de comunicación con la estación base de origen y, después, establece un nuevo enlace de comunicación con la estación base de destino. En una transferencia suave, la estación móvil completa un enlace de comunicación con la estación base de destino antes de romper su enlace de comunicación con la estación base de origen. Así, en la transferencia suave, la estación móvil está en comunicación de forma redundante tanto con la estación base de origen como con la estación base de destino durante cierto periodo de tiempo.

50 Es mucho menos probable que se corte una llamada en las transferencias suaves que en las transferencias duras. Además, cuando una estación móvil se acerca al límite de cobertura de una estación base, puede realizar solicitudes reiteradas de transferencia en respuesta a pequeños cambios en el entorno. Este problema, denominado efecto pimpón, también se aminora muchísimo con la transferencia suave. Un procedimiento ejemplar para llevar a cabo una transferencia suave se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.101.501, titulada "METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A SOFT HANDOFF IN COMMUNICATIONS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM", transferida al cesionario de la presente invención.

55

Una técnica de transferencia suave mejorada se da a conocer en la patente estadounidense nº 5.267.261, titulada "MOBILE STATION ASSISTED SOFT HANDOFF IN A CDMA CELLULAR COMMUNICATIONS SYSTEM", que está transferida al cesionario de la presente invención. En el sistema de la patente 5.267.261, el procedimiento de transferencia suave se mejora midiendo en la estación móvil la intensidad de las señales "piloto" transmitidas por cada estación base. Estas mediciones de la intensidad de los pilotos son de ayuda en el procedimiento de transferencia suave facilitando la identificación de candidatos viables de transferencia de estaciones base.

Los candidatos de estaciones base pueden dividirse en cuatro conjuntos. El primer conjunto, denominado Conjunto Activo, comprende estaciones base que están actualmente en comunicación con la estación móvil. El segundo conjunto, denominado Conjunto Candidato, comprende estaciones base cuyas señales se ha determinado que son de suficiente intensidad como para ser útiles para la estación móvil pero que no se usan actualmente. Se añaden estaciones base al conjunto candidato cuando su energía piloto medida supera un umbral T_{ADD} predeterminado. El tercer conjunto es el conjunto de estaciones base que estén en la proximidad de la estación móvil (y que no estén incluidas en el Conjunto Activo ni en el Conjunto Candidato). Y el cuarto conjunto es el Conjunto Restante, que consiste en todas las demás estaciones base.

En el documento IS-95, un candidato de estación base está caracterizado por el desfase de la secuencia de pseudorruído (PR) de su canal piloto. Cuando la estación móvil realiza una búsqueda para determinar la intensidad de la señal piloto procedente de una estación base candidata, lleva a cabo una operación de correlación en la que la señal filtrada recibida se correlaciona con un conjunto de hipótesis de desfases de PR. El procedimiento y el aparato para llevar a cabo la operación de correlación se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.644.591, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING SEARCH ACQUISITION IN A CDMA COMMUNICATION SYSTEM", que está transferida al cesionario de la presente invención.

No se conoce el retardo de propagación entre la estación base y la estación móvil. Este retardo desconocido produce un desfase desconocido en los códigos de PR. El procedimiento de búsqueda intenta determinar el desfase desconocido en los códigos de PR. Para hacer esto, la estación móvil desplaza en el tiempo la salida de los generadores de códigos de PR de su buscador. El intervalo del desplazamiento de búsqueda se denomina ventana de búsqueda. La ventana de búsqueda está centrada en torno a una hipótesis de desplazamiento de PR. Una estación base transmite a la estación móvil un mensaje que indica los desfases de PR de los pilotos de la estación base en su proximidad física. La estación móvil centrará su ventana de búsqueda en torno a la hipótesis de desfase de PR.

El tamaño aproximado de la ventana de búsqueda depende de varios factores, que incluyen la prioridad del piloto, la velocidad de los procesadores de búsqueda y la propagación prevista del retardo de las llegadas de trayectoria múltiple. Los estándares CDMA (IS- 95) definen tres parámetros de ventanas de búsqueda. La búsqueda de pilotos en los conjuntos tanto activo como candidato está gobernada por la Ventana de Búsqueda "A". Los pilotos del Conjunto Vecino se buscan en la ventana "N" y los pilotos del Conjunto Restante en la ventana "R". La Tabla 1, en la que un segmento es de 1/1,2288 MHz, proporciona, a continuación, tamaños de ventana del buscador.

TABLA 1

SRCH_WIN_A SRCH_WIN_N SRCH_WIN_R	Tamaño de ventana (segmentos de PR)	SRCH_WIN_A SRCH_WIN_N SRCH_WIN_R	Tamaño de ventana (segmentos de PR)
0	4	8	60
1	6	9	80
2	8	10	100
3	10	11	130
4	14	12	160
5	20	13	226
6	28	14	320
7	40	15	452

El dimensionamiento de ventanas es un compromiso entre la velocidad de búsqueda y la probabilidad de saltarse una propagación potente que está fuera de la ventana de búsqueda.

La estación base transmite a la estación móvil un mensaje que especifica las hipótesis de PR en las que la estación móvil debería buscar con respecto a su propio desfase de PR. Por ejemplo, la estación base de origen puede instruir a la estación móvil para que busque un piloto 128 segmentos de PR por delante de su propio desfase de PR. En respuesta, la estación móvil pone su desmodulador buscador 128 segmentos por delante en el ciclo de segmentos de salida y busca el piloto usando una ventana de búsqueda centrada en torno al desfase especificado. Una vez que la estación móvil recibe la instrucción de realizar una búsqueda en una hipótesis de PR para determinar los recursos disponibles para llevar a cabo una transferencia, es vital que el desfase de PR del piloto de la estación base de destino sea muy cercano en el tiempo al desfase dirigido. La velocidad de la búsqueda es de vital importancia cerca de los límites de la estación base, porque los retardos en la terminación de las búsquedas necesarias pueden dar como resultado que se corten las llamadas.

En los sistemas CDMA en Estados Unidos, esta sincronización de estaciones base se logra dotando a cada estación base de un receptor de Satélites de Posicionamiento Global (GPS). Sin embargo, hay casos en los que una estación base puede no ser capaz de recibir la señal GPS. Por ejemplo, en los metros y los túneles la señal GPS se atenúa hasta un grado que prohíbe su uso para la sincronización de la temporización de estaciones base o de microestaciones base. Además, hay intereses nacionales que desalientan la dependencia de la señal GPS para la operación de servicios vitales.

La presente invención describe un procedimiento y un sistema para proporcionar sincronización de la temporización en estas circunstancias en las que una fracción de la red es capaz de recibir una señal de temporización centralizada y de lograr de ella una temporización y una fracción de las estaciones base no es capaz de recibir la señal de temporización centralizada. Esta situación se aborda en la solicitud de patente estadounidense, en tramitación como la presente, nº 08/933.888, titulada "MOBILE STATION ASSISTED TIMING SYNCHRONIZATION IN A CDMA COMMUNICATION SYSTEM", presentada el 19 de septiembre de 1997, que está transferida al cesionario de la presente invención. además, la presente invención describe un procedimiento y un sistema para proporcionar sincronización de la temporización cuando ninguna estación base cuenta con una señal de temporización centralizada.

En la solicitud 08/933.888, la subestación base logra la sincronización con la estación base de referencia a través de mensajes transmitidos desde una estación móvil, y recibidos por la misma, en una región de transferencia suave entre la estación base de referencia y la subestación base. En primer lugar, la estación base de referencia mide el retardo del viaje de ida y vuelta entre la estación móvil y la estación base de referencia. Acto seguido, la subestación base realiza una búsqueda hasta que adquiere la señal transmitida por la estación móvil, denominada señal de enlace descendente. En respuesta a la adquisición de la señal de enlace descendente, la subestación base ajusta su temporización para que la estación móvil pueda adquirir su señal, denominada señal de enlace ascendente. Esta etapa puede resultar innecesaria si el error de temporización en la subestación base no es grave.

Una vez que la estación móvil adquiere la señal procedente de la subestación base, mide e informa de la diferencia entre la cantidad de tiempo que lleva a una señal viajar desde la estación base de referencia hasta ella y la cantidad de tiempo que lleva a una señal viajar desde la subestación base hasta ella. La última medición necesaria es una medición realizada por la subestación base de la diferencia de tiempo entre el momento en que recibió la señal de enlace descendente desde la estación móvil y el momento en que transmitió una señal a la estación móvil.

Se realiza una serie de cálculos sobre los valores temporales medidos para determinar la diferencia de tiempo entre la subestación base y se realiza un ajuste de la temporización de la subestación base según los mismos. Debería hacerse notar que todas las mediciones mencionadas son llevadas a cabo durante la operación normal de un sistema de comunicaciones CDMA según el documento IS-95.

Resumen de la invención

La presente invención es un procedimiento y un aparato novedosos y mejorados para sincronizar estaciones base en un sistema de comunicaciones inalámbricas. La presente invención describe procedimientos por medio de los cuales un sistema de comunicaciones inalámbricas se mantiene sincronizado sin una referencia externa. Un procedimiento, dado a conocer en "MOBILE STATION ASSISTED TIMING SYNCHRONIZATION IN A CDMA COMMUNICATION SYSTEM", solicitud 08/933.888, es usar la mensajería de móviles en la transferencia para determinar la temporización relativa de pares de estaciones base. Dados los errores de temporización medidos, se ajusta la temporización de las estaciones base para mantener la sincronización de la red.

Cuando en la red hay presente un tráfico insuficiente para mantener la sincronización de esta manera, deben usarse otros procedimientos. Un enfoque implica la realización de mediciones directas de temporización entre estaciones base. Esto se logra de una de dos maneras. La base puede interrumpir sus transmisiones en todos los sectores durante un intervalo breve, durante el cual recibe señales de enlace ascendente procedentes de otras estaciones base. Dado el conocimiento de los emplazamientos de otras estaciones base, pueden deducirse los errores de temporización relativos a todas las demás estaciones base. Alternativamente, una estación base envía una señal corta de gran potencia en la banda de transmisión móvil. Las estaciones base circundantes miden el momento de llegada de esta señal y se calculan los errores de temporización entre pares de estaciones base.

En algunos casos, una estación base puede estar suficientemente aislada de todas las demás estaciones base de la red, de modo que no son posibles las mediciones directas de una base a otra. En este caso, se sitúa una estación fija simulada en un emplazamiento en la región de transferencia entre la célula aislada y otra célula en la red. La estación fija simulada lleva a cabo mediciones de los pilotos de las estaciones base por orden de la base y presente información de temporización, o envía una transmisión de ráfagas en un momento especificado para que sea medida por las estaciones base.

Breve descripción de los dibujos

Las características, los objetos y las ventajas de la presente invención se harán más evidentes a partir de la descripción detallada presentada en lo que sigue cuando se toma en conjunto con los dibujos, en los que los números de referencia semejantes identifican partes correspondientes de principio a fin y en los que:

- 5 la FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra la primera realización de la presente invención en la que una estación base recibe la señal de enlace ascendente de una estación base vecina y ajusta su temporización según la señal recibida;
- la FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra el subsistema de recepción móvil;
- 10 la FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra la segunda realización de la presente invención en la que una estación base es capaz de transmitir un mensaje en el enlace descendente a una estación base vecina que ajusta su temporización según la señal recibida;
- la FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra la cuarta realización de la presente invención en la que una estación fija simulada recibe las señales de enlace ascendente procedentes de dos estaciones base y transmite un mensaje a una de las estaciones base que indica la relación de temporización de las dos
- 15 estaciones base tal como es recibida en la estación fija simulada;
- la FIG. 5 es un diagrama de bloques de la quinta realización de la presente invención en la que una estación fija simulada transmite una sonda a dos estaciones base que usan el momento de llegada de la sonda para sincronizar sus relojes internos; y
- 20 la FIG. 6 es un diagrama de bloques de la sexta realización de la presente invención en la que una estación fija simulada recibe las señales de enlace ascendente procedentes de dos estaciones base y vuelve a transmitir las señales a las estaciones base para que puedan usarse para proporcionar sincronización.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

I. Bloqueo de estaciones base

25 Cuando hay datos insuficientes procedentes de estaciones móviles en una transferencia, no puede usarse la mensajería de transferencia de las estaciones móviles para llevar a cabo la sincronización. Esto es probable cuando hay muy poco tráfico, o cuando las estaciones móviles son, en gran medida, estacionarias. En la primera realización ejemplar de la presente invención, una estación base recibe las transmisiones de enlace ascendente desde una estación base vecina o de un conjunto de estaciones base vecinas. La estación base extrae la necesaria información de temporización a partir de la señal recibida procedente de la otra estación base.

30 Dado que todas las estaciones base transmiten a la misma frecuencia, una estación base debe inhibir su transmisión de enlace ascendente para permitir la recepción de las señales procedentes de otras estaciones base. Con referencia a la FIG. 1, se configura una estación base 104 para recibir la señal de enlace ascendente para sincronizar su temporización con la de la estación base 100. Si la estación base 104 tiene múltiples sectores (no mostrados), todos los sectores cesarán entonces, preferentemente, la transmisión de enlace ascendente de forma

35 simultánea dado que los lóbulos posteriores de una antena superará los niveles de señal de las transmisiones procedentes de la estación base 100. La recepción de la señal de enlace ascendente procedente de la estación base 100 requiere que la estación base 104 tenga un subsistema 150 de recepción de enlace ascendente para recibir las señales de enlace ascendente procedentes de la estación base 100.

40 Dado que las estaciones base están diseñadas para cubrir una zona particular, con cierto solapamiento de la zona de cobertura de las células adyacentes no es necesariamente cierto que una estación base pueda recibir señales procedentes de otras estaciones base. Sin embargo, en la mayoría de los despliegues es improbable que esto sea un problema. Por ejemplo, si las estaciones base tienen zonas de cobertura aproximadamente circulares (o hexagonales) de aproximadamente el mismo radio, entonces la distancia entre estaciones base es aproximadamente el doble del radio de cobertura. En el modelo de propagación COST-231, la pérdida de

45 propagación aumenta en aproximada 10 u 11 dB al doblar la distancia, suponiendo alturas de la antena de la estación base en el intervalo de 20-60 m. Este es un aumento relativamente pequeño en la pérdida de propagación que es fácilmente compensada por:

- 1. Mayor tiempo de integración sobre el piloto. Dado que tanto el transmisor como el receptor son estacionarios en este caso, es posible una integración de PR razonablemente larga (si es necesario).
- 50 2. No hay pérdida alguna de penetración, que generalmente se asume para una operación circunscrita a un coche o a interiores.
- 3. Antenas de estación base de alta ganancia.

4. Alturas de antena de estación base mayores que las alturas móviles medias.
5. Ecos locales reducidos.

Así, hay disponible suficiente señal en la vasta mayoría de casos.

5 También puede ser necesario prohibir las transmisiones de enlace ascendente en más de una estación base al mismo tiempo para llevar a cabo la medición de enlace ascendente. Por ejemplo, puede haber casos en los que un par de estaciones base tenga una propagación de línea de visión (LOS) sin obstáculos entre ellas, pero en las que todas las demás estaciones base vecinas no sean visibles. En este caso, cuando una del par bloquea su transmisión, puede recibir únicamente la señal de la otra estación base del par, dado que la señal de la estación base enmascara las señales más débiles de las otras estaciones base vecinas. Ocurre el mismo resultado cuando la otra estación base del par bloquea su transmisión. El resultado es que las dos estaciones base quedan aisladas y no pueden determinar su temporización con respecto al resto de la red. La conexión con el resto de la red solo es posible si ambas estaciones base se bloquean simultáneamente. Puede surgir el mismo tipo de problema con colecciones mayores de estaciones base que están efectivamente aisladas de la red a no ser que se empleen ciertos patrones específicos de bloqueo.

15 Para evitar el análisis detallado de la red que puede requerirse para determinar los patrones de bloqueo, se emplea un enfoque simple de bloqueo aleatorio a intervalos fijos dados. A intervalos temporales predeterminados, cada estación base decide de manera aleatoria si bloquea o no sus transmisiones. En la realización ejemplar, la probabilidad de determinación aleatoria de bloqueo se fija al 50%. De esta manera, aproximadamente el 50% de las estaciones base del sistema se desconecta cada pocos minutos. De esta manera, cada base acaba consiguiendo ver a todas sus vecinas.

20 Dados los emplazamientos conocidos de las estaciones base, los retardos de propagación entre estaciones base pueden sacarse de las estimaciones de hora de llegada y se determinan diferencias de temporización entre células. Los errores de temporización pueden usarse para ajustar la temporización de estaciones base, ya sea usando un procesador centralizado o un procesamiento en estaciones base individuales, posiblemente en base a una jerarquía preestablecida de estaciones base.

El bloqueo de estaciones base afecta al enlace ascendente para todas las estaciones móviles activas. Para minimizar este impacto, el bloqueo debería ser corto. Las estaciones móviles activas en la zona de cobertura de una estación base bloqueada aumentan su potencia de transmisión en aproximadamente 1 dB por milisegundo cuando desaparece la señal de enlace ascendente. Si el bloqueo es de solo 5 mseg, entonces el tiempo de recuperación es de aproximadamente 6 mseg, y la mayoría de las estaciones móviles solo perderá una única trama. Si el bloqueo se prolonga a más de 10 mseg, entonces es probable que se pierda más de 1 trama. Sin embargo, la pérdida de 2 tramas consecutivas cada 2 minutos es solo un aumento en la tasa de error de la trama (FER) del 0,03%. Esto no es significativo con respecto a una FER operativa típica del 1% o mayor.

35 Las señales de enlace ascendente transmitidas desde las estaciones base 100 y 104 son transmitidas por una primera frecuencia. Las señales de enlace descendente transmitidas desde estaciones móviles (no mostradas) a las estaciones base 100 y 104 son transmitidas por una segunda frecuencia. En la realización ejemplar, las señales de enlace ascendente y las señales de enlace descendente son señales de acceso múltiple por división de código (CDMA). Una realización ejemplar para la transmisión de señales CDMA bidireccionales es descrita en la patente estadounidense nº 4.901.307, titulada "SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM USING SATELLITE OR TERRESTRIAL REPEATERS", que está transferida al cesionario de la presente invención.

40 En la estación base **100**, se proporcionan símbolos piloto y datos de tráfico de enlace ascendente al modulador **106** de enlace ascendente. En la realización ejemplar, el modulador **106** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código como el descrito con detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.103.459. Se proporciona la señal de acceso múltiple por división de código al transmisor **108** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente para su transmisión por medio de la antena **110**.

Además, las señales de enlace descendente se reciben por medio de la antena **116** y son proporcionadas al receptor **114** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **114** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace descendente recibida y proporciona la señal recibida al desmodulador **112** de enlace descendente. Una realización ejemplar para la desmodulación de señales CDMA es descrita en la patente estadounidense nº 5.654.979, titulada "CELL SITE DEMODULATOR ARCHITECTURE FOR A SPREAD SPECTRUM MULTIPLE ACCESS COMMUNICATION SYSTEM", que está transferida al cesionario de la presente invención.

Además de ser capaz de transmitir señales de enlace ascendente y de recibir señales de enlace descendente, la estación base **104** es capaz de recibir señales de enlace ascendente transmitidas por la estación base **100**. En la estación base **104**, se proporcionan símbolos piloto y datos de tráfico de enlace ascendente al modulador **122** de enlace ascendente. En la realización ejemplar, el modulador **122** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código, como se describe con detalle en la anteriormente mencionada en la patente

estadounidense nº 5.103.459. La señal de acceso múltiple por división de código es proporcionada entonces al transmisor **120** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente y proporciona la señal a través del conmutador **128** para su transmisión por medio de la antena **118**.

5 Las señales de enlace descendente son recibidas a través de la antena **126** y son proporcionadas al receptor **130** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **130** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace descendente recibida según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal recibida al desmodulador **132** de enlace descendente (ED). Una realización ejemplar del procedimiento y el aparato para desmodular señales CDMA de enlace descendente es descrita con detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.654.979.

10 Las señales de enlace ascendente transmitidas desde la estación base **100** también son susceptibles de recepción por parte de la estación base **104**. Cuando la estación base **104** está preparada para llevar a cabo la operación de sincronización, el conmutador **128** se conmuta de tal manera que, en vez de proporcionar datos para su transmisión desde el transmisor **120** de enlace ascendente a la antena **118**, se proporcionan las señales recibidas por la antena **118** al subsistema receptor **150** de enlace ascendente. El receptor **134** de enlace ascendente (RCVR DE EA) reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace descendente recibida según la banda de frecuencia de enlace ascendente y proporciona la señal recibida al desmodulador **136** de enlace ascendente (EA). En la realización ejemplar, las señales recibidas incluyen símbolos piloto proporcionados para facilitar la adquisición y proporcionados para la desmodulación coherente de los canales de tráfico. Una realización ejemplar para adquirir la señal piloto de enlace ascendente descrita en detalle en la patente estadounidense nº 5.644.591, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING SEARCH ACQUISITION IN A CDMA COMMUNICATION SYSTEM", que está transferida al cesionario de la presente invención.

15 La señal piloto desmodulada es proporcionada desde el desmodulador **136** de enlace ascendente al elemento **138** de ajuste de temporización. El elemento **138** de ajuste de temporización determina un factor de corrección de la temporización que es proporcionado al modulador **122** de enlace ascendente para que ajuste su temporización para proporcionar sincronización entre las estaciones base **100** y **104**.

20 La FIG. 2 ilustra con mayor detalle el subsistema **150** de recepción móvil. El subsistema **150** de recepción móvil en la estación base **104** intenta alinear la señal de pseudoruido generada por el generador **206** de PR con la señal de enlace ascendente recibida procedente de la estación base **100**. En la realización ejemplar, el generador **206** de PR genera las señales de PR PR_I y PR_Q por medio de registros de desplazamiento con retroalimentación lineal, que generan las secuencias de códigos de PR para dispersar y concentrar las señales piloto. Así, la operación de obtención de sincronización entre los códigos usados para concentrar la señal piloto recibida y el código de dispersión de PR de la señal piloto recibida implica determinar el desfase temporal del registro de desplazamiento con retroalimentación lineal dentro del generador **206** de PR.

25 La señal de espectro ensanchado es proporcionada al receptor **134** de enlace ascendente (RCVR DE EA). El receptor **134** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal y proporciona la señal a la memoria tampón opcional **200**. La memoria tampón opcional **200** proporciona las muestras recibidas a los elementos concentradores **202** y **204**. Los elementos concentradores **202** y **204** multiplican la señal recibida por el código de PR por el generador **206** de PR. Debido a la naturaleza, similar a ruido aleatorio, de los códigos de PR, el producto del código de PR y la señal recibida debería ser esencialmente cero, salvo en el punto de sincronización.

30 El controlador buscador **218** proporciona una hipótesis de desfase al generador **206** de PR. El controlador buscador **218** determina una ventana para buscar la señal piloto de enlace ascendente procedente de la estación base. En la realización ejemplar, cada estación base está a un desfase predeterminado de PR con respecto a las estaciones base vecinas. En la realización ejemplar, la estación base **104** conoce el desfase predeterminado de PR entre su señal piloto de enlace ascendente y la señal piloto de enlace ascendente procedente de la estación base **100** ($PR_{RELATIVO}$). Además, la estación base **104** conoce la distancia entre la estación base **100** y la estación base **104** (R). Así, en la realización ejemplar, el controlador buscador **218** centra su búsqueda piloto en una secuencia de PR (PR_{centro}) determinada según la ecuación:

$$PR_{centro} = PR_{104} + PR_{RELATIVO} + R/c, \quad (1)$$

35 en la que PR_{104} es el desfase de PR de la estación base **104** y c es la velocidad de la luz. Centrando la ventana de búsqueda piloto en el lugar en el que se encontraría la señal piloto si las estaciones base **100** y **104** estuvieran sincronizadas, la desviación desde el centro de la ventana de búsqueda es igual al error de temporización entre estas estaciones base **100** y **104**.

40 Según este formato de dispersión, se proporciona el desfase de la señal piloto de enlace ascendente procedente del modulador **122** de enlace ascendente al controlador buscador **218**. El controlador buscador **218** adelanta o retarda al generador de PR para compensar un desfase predeterminado entre el código de dispersión de la estación base **100** y la estación base **104**. Además, el controlador buscador **218** compensa la propagación de la señal para que viaje desde la estación base **100** a la estación base **104**. El desplazamiento temporal del generador **206** de PR puede

llevarse a cabo por medio de la carga en bancos de las derivaciones del registro de desplazamiento dentro del generador **206** de PR o enmascarando la salida para proporcionar una secuencia desplazada de PR, o por medio de una combinación de estos dos procedimientos, tal como se conoce en la técnica. Esta información de fase inicial para llevar a cabo la búsqueda del piloto de la estación base **100** es proporcionada desde el controlador buscador **218** al generador **206** de PR.

En la realización ejemplar, la señal recibida es modulada mediante modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), de modo que el generador **206** de PR proporciona una secuencia de PR para el componente de modulación I y una secuencia separada para el componente de modulación Q a los elementos concentradores **202** y **204**. Los elementos concentradores **202** y **204** multiplican la secuencia de PR por su correspondiente componente de modulación y proporcionan los dos productos componentes de salida a los acumuladores coherentes **208** y **210**.

Los acumuladores coherentes **208** y **210** suman el producto en la longitud de la secuencia del producto. Los acumuladores coherentes **208** y **210** son sensibles a señales procedentes del controlador buscador **218** para restablecer, fijar y establecer el periodo sumatorio. Las sumas de los productos son proporcionadas desde los sumadores **208** y **210** al medio **214** de elevación al cuadrado. El medio **214** de elevación al cuadrado eleva al cuadrado cada una de las sumas y suma los cuadrados entre sí.

La suma de los cuadrados es proporcionada por el medio **212** de elevación al cuadrado al combinador no coherente **214**. El combinador no coherente **214** determina un valor de energía a partir de la salida del medio **212** de elevación al cuadrado. El combinador no coherente **214** sirve para contrarrestar los efectos de una discrepancia frecuencia entre los relojes de transmisión de las estaciones base y el reloj de recepción de la estación móvil y ayuda en la estadística de detección en un entorno de desvanecimiento. El combinador no coherente **214** proporciona la señal de energía al comparador **216**. El comparador **216** compara el valor de energía a umbrales predeterminados suministrados por el controlador buscador **218**. El resultado de cada una de las comparaciones es retroalimentado entonces en el controlador buscador **218**. Los resultados retroalimentados al controlador buscador **218** incluyen tanto la energía de la correlación como el desfase de PR que dieron como resultado la medición.

En la presente invención, el controlador buscador **218** da salida a la fase de PR en la que sincronizó la estación base **100** al elemento **138** de ajuste de temporización. El elemento **138** de ajuste de temporización compara el desfase de PR con el desfase hipotético de PR generado según la señal de temporización procedente del modulador **106** de enlace ascendente, el retardo conocido de la trayectoria de propagación y el desfase predeterminado entre las secuencias de PR de las estaciones base **100** y **104**. Se proporciona una señal de error de temporización desde el elemento **138** de ajuste de temporización al modulador **122** de enlace ascendente. En respuesta, el modulador **122** de enlace ascendente ajusta su señal de temporización para la generación de su señal de dispersión de enlace ascendente.

En una realización alternativa, descrita en la Propuesta Candidata de Acceso de Radio Terrestre UMTS ITU-R RTT del European Telecommunications Standards Institute (en lo sucesivo WCDMA), se describe un procedimiento de dispersión de PR en el que cada estación base usa un generador diferenciado de secuencias de PR (denominado generador de códigos Gold ortogonales). Para facilitar la adquisición inicial y la transferencia, resulta deseable hacer que la temporización de secuencias de PR de la estación base esté alineada de modo que la estación móvil pueda buscar en una ventana reducida de hipótesis de búsqueda que, a su vez, reduzca el tiempo de adquisición y aminore la probabilidad de que se corten las llamadas durante la transferencia.

Según el formato propuesto de dispersión WCDMA, se proporcionaría una señal de temporización, procedente del modulador **122** de enlace ascendente, al controlador buscador **218**. El controlador buscador **218** compensa esta señal de temporización según el retardo conocido de la trayectoria de propagación desde la estación base **100** hasta la estación base **104**. Esto proporciona una referencia de fase usada para inicializar el generador **206** de PR. El generador **206** de PR puede ser cargado en bancos según este desfase de temporización. La diferencia clave entre sincronizar un sistema basado en diferentes funciones de dispersión y los basados en desfases de una sola función de dispersión es que los sistemas basados en diferentes funciones de dispersión requerirían la etapa adicional de extraer una referencia de tiempo de la función de dispersión recibida que tenga una relación temporal con una fase conocida de las dos funciones de dispersión.

II. Transmisiones desde estaciones base en frecuencias móviles

Una alternativa al bloqueo de transmisiones de estaciones base y a la detección de las transmisiones de la estación base vecina es transmitir periódicamente una sonda breve desde una estación base en la frecuencia de transmisión de la estación móvil. Normalmente, las transmisiones de estaciones móviles de CDMA cercanas a una estación base tienen muy baja potencia, pero estas transmisiones breves serían de suficiente potencia para alcanzar las estaciones base vecinas. Para el intervalo temporal durante el cual la estación base transmite en la banda de frecuencia de enlace descendente, el receptor de enlace descendente de la estación base es incapaz de desmodular las señales de enlace descendente procedentes de estaciones móviles en la zona de cobertura de la estación base. Además, otras estaciones base cercanas podrían verse adversamente afectadas por la transmisión de enlace descendente procedente de la estación base y el resultado podría ser un borrado de tramas. Como en el

bloqueo de estaciones base, esto ocurriría infrecuentemente, de modo que el rendimiento del sistema en su conjunto recibiría un impacto mínimo.

5 Se requiere la programación de estas transmisiones para que todas las estaciones base conozcan en qué momento buscar la sonda de temporización. Una estación base necesitada de sincronización solicitaría que la medición de su sonda fuera llevada a cabo por las estaciones base vecinas. Los datos indicativos de la temporización de la estación base se usan entonces con la distancia conocida entre estaciones base para desarrollar un conjunto de valores de error de temporización. Como en el procedimiento previo, los valores de error de temporización se usan entonces para ajustar la temporización de diversas estaciones base en la red.

10 Como en el enfoque de bloqueo de estaciones base, el presupuesto de enlace para la transmisión de la sonda de estación base a estación base debe ser suficiente para superar la pérdida de propagación adicional debida a la mayor distancia. Cabe esperar el mismo aumento de 10 u 11 dB en la pérdida de propagación, y en este enfoque se aplican los mismos factores mitigantes expuestos en lo que antecede. Si suponemos que la estación base una un amplificador de potencia de estación móvil estándar (~200 mW) para su transmisor, entonces el enfoque de bloqueo de estaciones base tiene un margen de enlace mayor, dado que los pilotos de estaciones base se transmiten generalmente al 10-20% de la HPA de la estación base, es decir, el piloto se transmite a aproximadamente 1-4 W. Sin embargo, los factores expuestos en lo que antecede son mucho mayores que la diferencia en el tamaño del amplificador de potencia, de modo que, para la mayoría de las redes, cualquiera de las dos técnicas se aplicaría igualmente bien.

20 La FIG. 3 ilustra la segunda realización ejemplar para sincronizar la temporización entre dos estaciones base: la estación base 300 y la estación base **304**. Tal como se ha descrito en lo que antecede las señales de enlace ascendente son transmitidas en una primera banda de frecuencias y las señales de enlace descendente son transmitidas en una segunda banda de frecuencias. En la realización ejemplar, las señales de enlace ascendente y las señales de enlace descendente son señales de acceso múltiple por división de código (CDMA).

25 Tal como se ha descrito más arriba, la estación base **300** conoce cuándo buscar la secuencia de la sonda procedente de la estación base **304**. Un procedimiento para proporcionar esta información a la estación base **300** es que la estación base 304 envíe un mensaje de solicitud a un controlador de estaciones base (no mostrado) que esté en comunicación tanto con la estación base **300** como con la estación base **304**. En respuesta al mensaje de solicitud procedente de la estación base **304**, el controlador de estaciones base genera un mensaje de programación de sonda que indica el momento en el que la sonda ha de ser transmitida por la estación base **304** y se proporciona este mensaje a la estación base **300**. La diferencia entre el momento programado para la recepción de la sonda en la estación base 300 y el momento en el que la estación **300** recibe en efecto la sonda procedente de la estación base 304 es el error de temporización en la estación base **300** con la suposición de que el reloj de temporización de la estación base **304** esté en hora.

35 La estación base **304** incluye toda la circuitería necesaria para la operación típica. Además, la estación base **304** incluye la prestación de transmitir mensajes por la banda de frecuencia de enlace descendente mientras inhibe simultáneamente la recepción de señales de enlace descendente. En la estación base **304**, se proporcionan símbolos piloto y datos de tráfico de enlace ascendente al modulador **322** de enlace ascendente. En la realización ejemplar, el modulador **322** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código, tal como se describe en detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.103.459. La señal de acceso múltiple por división de código es proporcionada entonces al transmisor **320** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente para su transmisión por medio de la antena **318**.

45 Las señales de enlace descendente son recibidas a través de la antena **326** y son proporcionadas a través del conmutador **324** al receptor **330** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **330** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace descendente recibida según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal recibida al desmodulador **332** de enlace descendente (ED). Se describe una realización ejemplar de un procedimiento y un aparato para desmodular señales CDMA en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.654.979.

50 Cuando la estación base **304** está lista para transmitir una sonda de sincronización por el enlace descendente a la estación base 300, el conmutador **324** se conmuta de tal forma que, en vez de proporcionar los datos recibidos por la antena **326** al receptor **330**, los datos para la transmisión son proporcionados por el conmutador **324** desde el transmisor **352** de enlace descendente (TMTR DE ED) a la antena **326**. La conmutación del conmutador **324** impide que el mensaje de temporización transmitido por la banda de frecuencia de enlace descendente sea recibido por el receptor **330** de enlace descendente. Esto evita que la señal transmitida desde la estación base **304** por el enlace descendente dañe el soporte físico receptor en la estación base **304**.

55 En un instante designado ($t_{\text{transmisión}}$), el elemento **350** de temporización da salida a una señal desencadenante al generador **337** de mensajes y al conmutador **324**. El conmutador **324** se conmuta en respuesta a la señal desencadenante procedente del elemento **350** de temporización. En respuesta a la señal desencadenante procedente del elemento 350 de temporización, el generador **337** de mensajes (GENERADOR DE MENSAJES)

genera una secuencia predeterminada de símbolos que es proporcionada al transmisor **352** de enlace descendente (TMTR DE ED). El transmisor **352** de enlace descendente eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal. La señal a la que da salida el transmisor **352** de enlace descendente es proporcionada a través del conmutador **324** para su transmisión por medio de la antena **326**.

5 En la estación base **300**, se proporcionan símbolos piloto y datos de tráfico al modulador **306** de enlace ascendente (EA). En la realización ejemplar, el modulador **306** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código, tal como se describe en detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.103.459. La señal CDMA es proporcionada entonces al transmisor **308** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente para su transmisión por medio de la antena **310**.

10 Las señales de enlace descendente son recibidas en la estación base **300** a través de la antena **316** y son proporcionadas al receptor **314** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **314** de enlace descendente reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace descendente recibida y proporciona la señal recibida, a través del conmutador **315**, al desmodulador **312** de enlace descendente (ED). Una realización ejemplar para la desmodulación de señales CDMA de enlace descendente se describe en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.654.979.

15 En un instante designado, el conmutador **315** se conmuta para proporcionar los datos de enlace descendente, a través del conmutador **315**, al filtro adaptado (FA) **315**. En la realización ejemplar, el instante designado para conmutar el conmutador **315** ($t_{conmutación}$) se determinará según la ecuación:

$$t_{conmutación} = t_{transmisión} + R/c - t_{ventana}/2, \quad (2)$$

20 en la que $t_{transmisión}$ es el instante designado para transmitir la sonda desde la estación base **304**, R es la distancia entre la estación base **300** y la estación base **304**, c es la velocidad de la luz y $t_{ventana}$ es una función de ventana en la que la estación base **300** buscará la sonda procedente de la estación base **304**.

25 En el instante designado de conmutación, la señal recibida es proporcionada, a través del conmutador **315**, al filtro adaptado **317**. En una primera realización del conmutador **315**, el conmutador **315** sigue proporcionando la señal de enlace descendente al desmodulador **312** de enlace descendente mientras proporciona la señal de enlace descendente al filtro adaptado **317**. Si la sonda es transmitida con energía suficiente como para que el enlace descendente sea esencialmente interrumpido durante la transmisión, el conmutador **315** puede inhibir durante un periodo la provisión de la señal de enlace descendente al desmodulador **312** de enlace descendente.

30 El filtro adaptado **317** está diseñado para proporcionar la máxima relación señal-ruido en su salida para la secuencia transmitida predeterminada. En la técnica las realizaciones del filtro adaptado **317** son bien conocidas. Dos procedimientos de realización del filtro adaptado **317** incluyen el uso de un filtro adaptado basado en la convolución y un filtro adaptado basado en un correlacionador. La función del filtro adaptado **317** es dar salida a una señal de alta potencia cuando se recibe la secuencia predeterminada.

35 La salida del filtro adaptado **317** es proporcionada al detector **319** de energía. El detector **319** de energía detecta la recepción de la sonda de sincronización mediante la identificación de una energía de correlación suficientemente elevada procedente del filtro adaptado **317**. Tras la detección de la recepción de la sonda de sincronización, el detector **319** de energía envía una señal al elemento **321** de ajuste de la temporización. El elemento **321** de ajuste de la temporización compara el instante de recepción de la sonda procedente de la estación base **304** con el instante en el que preveía la recepción de la sonda procedente de la estación base **304**. Tal como ha sido descrito previamente, la diferencia es indicativa de un error de temporización entre la estación base **300** y la estación base **304**. Se proporciona una señal de ajuste de la temporización desde el elemento **321** de ajuste de la temporización al modulador **306** de enlace ascendente. Los relojes internos de la estación base **300** se ajustan en respuesta a la señal de ajuste de la temporización.

III. Uso de estaciones fijas para medir transmisiones de estaciones base

45 Ocurre un problema en los procedimientos anterior cuando hay una estación base que no pueda ver ninguna otra estación base. Por ejemplo, una estación base en un metro puede estar aislada de todas las demás estaciones base, pero ser capaz, pese a todo, de recibir señales de estaciones móviles que estén en transferencia con otras estaciones base. De hecho, es preciso que la señal efectúe un giro muy pronunciado para ir de una estación base a otra, pero una estación móvil en el lugar oportuno es capaz de recibir señales de ambas estaciones base.

50 Para cubrir estos casos en los que no hay ninguna trayectoria de propagación entre estaciones base, se instala una estación fija simulada que lleva a cabo mediciones de fase piloto bajo demanda. Dado que las estaciones fijas simuladas son estacionarias y están en emplazamientos conocidos, las estimaciones de error de temporización entre dos estaciones base pueden realizarse con la condición de que la estación fija simulada pueda medir pilotos procedentes de ambas estaciones base e informe de las mediciones a una de las estaciones base. La estación base usa las distancias desde las estaciones base a la estación fija simulada junto con los retardos de los pilotos relativos reportados en el mensaje para determinar su temporización con respecto a la otra estación base.

55

Si resulta difícil situar la estación fija simulada en la zona en la que las estaciones base estén próximas al mismo nivel de potencia, entonces puede ser necesario emplear el bloqueo de la estación base más cercana para medir el retardo a ambas estaciones base. Para lograr esto, la estación base dice a la estación fija simulada que lleve a cabo dos mediciones de pilotos, una antes del bloqueo o otra durante el mismo. La combinación de información en estas mediciones es entonces equivalente a la medición única realizada sobre dos pilotos simultáneamente.

El rendimiento de las estaciones fijas simuladas depende de las intensidades relativas de las estaciones base que deban ser medidas. Suponiendo un piloto con -7 dB Ec/I₀ y otra estación base 10 dB más intensa, el piloto débil es de -17dB Ec/I₀. Para obtener una probabilidad de detección del 90% en el desvanecimiento de Rayleigh y una tasa de falsas alarmas del 10%, se requiere una RSR de 21 dB, de modo que resulta necesaria la integración de 6000 segmentos. Esto es aproximadamente 5 mseg, con una tasa de segmento de 1,23 MHz. Si la otra estación base es 20 dB más intensa, entonces se requiere una integración durante 50 mseg. Es probable que resulte posible una integración coherente de 50 mseg para una estación fija simulada, pero, ciertamente, requiere un procesamiento significativo para considerar las diversas hipótesis de retardo. El nivel aceptable de integración coherente determina cuán estrechamente adaptadas deben ser las pérdidas de propagación entre las dos estaciones base para evitar los requerimientos de bloqueo de la estación base cercana.

La Fig. 4 ilustra el caso en el que no hay ninguna trayectoria de propagación entre estaciones base. La obstrucción **400** bloquea cualquier trayectoria de propagación entre la estación base **402** y la estación base **404**. Para abordar la falta de una trayectoria de propagación entre las estaciones base **402** y **404**, se sitúa la estación fija simulada **406** de modo que exista una trayectoria de propagación entre la estación base **402** y la estación fija simulada **406**, y entre la estación base **404** y la estación fija simulada **406**. Dado que la estación fija simulada **406** es estacionaria y está en un emplazamiento conocido, puede realizarse estimaciones del error de temporización entre las estaciones base **402** y **404** con la condición de que la estación fija simulada pueda medir la fase de las señales de enlace ascendente procedentes de ambas estaciones base **402** y **404** e informar de la medición a una de las estaciones base.

En la estación base **402**, se proporcionan los símbolos piloto y de tráfico al modulador **408** de enlace ascendente (EA). En la realización ejemplar, el modulador **408** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código, tal como se describe en detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.103.459. La señal de acceso múltiple por división de código es proporcionada entonces al transmisor **410** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente para su transmisión por medio de la antena **412**. Las señales de enlace descendente son recibidas a través de la antena **414** y proporcionadas al receptor **416** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **416** de enlace descendente reduce la frecuencia, filtra y amplifica las señales recibidas de enlace descendente según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal recibida al desmodulador **418** de enlace descendente. Una realización ejemplar de un procedimiento y un aparato para desmodular señales CDMA se describe en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.654.979.

Similarmente, en la estación base **404**, se proporcionan los símbolos piloto y de tráfico al modulador **420** de enlace ascendente (EA). En la realización ejemplar, el modulador **420** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código, tal como se describe en detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.103.459. La señal de acceso múltiple por división de código es proporcionada entonces al transmisor **422** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente para su transmisión por medio de la antena **424**. Las señales de enlace descendente son recibidas a través de la antena **430** y proporcionadas al receptor **428** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **428** de enlace descendente reduce la frecuencia, filtra y amplifica las señales recibidas de enlace descendente según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal recibida al desmodulador **426** de enlace descendente (ED).

Las señales de enlace ascendente procedentes de ambas estaciones base **402** y **404** son recibidas por la antena **432** de la estación fija simulada **406**. La señal es proporcionada a través del duplexor **434** al receptor (RCVR) **436**. El receptor **436** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal según la frecuencia de enlace descendente. Las señales recibidas son proporcionadas al buscador (BUSCADOR) **438**. El buscador **438** determina el desfase de PR de las señales de enlace ascendente transmitidas por las estaciones base **402** y **404**. En la realización ejemplar, las señales de enlace ascendente incluyen un conjunto de símbolos piloto que pueden ser usados para una adquisición más fácil de las señales de enlace ascendente procedentes de las estaciones base **402** y **404**.

Los desfases de PR de las señales recibidas de enlace ascendente son proporcionados al generador **440** de mensajes (GENERADOR DE MENSAJES). El generador **440** de mensajes genera un mensaje indicativo de los desfases de PR de las señales recibidas de las estaciones base **402** y **404** y proporciona el mensaje al modulador (MOD) **442**. En la realización ejemplar, el modulador **442** es un modulador CDMA, tal como se describe en detalle en la patente estadounidense nº 5.103.459.

En la realización ejemplar, el mensaje es transmitido como una sonda de acceso por el canal de acceso ya sea de la estación base **402** o de la estación base **404**. La generación de un canal de acceso es bien conocida en la técnica. En la realización ejemplar de un canal de acceso CDMA basado en IS-95, la sonda de acceso se cubre inicialmente

usando una secuencia larga predeterminada de PR que es conocida por la estación base y la estación fija simulada **406**. En la realización ejemplar, la sonda se cubre entonces por medio de una secuencia corta de PR y luego se transmite a la estación base. La realización ejemplar para crear un canal de acceso en un sistema de comunicaciones CDMA está descrita en detalle en la patente estadounidense nº 5.544.196, titulada "APPARATUS AND METHOD FOR REDUCING MESSAGE COLLISION BETWEEN MOBILE STATIONS SIMULTANEOUSLY ACCESSING A BASE STATION IN A CDMA CELLULAR COMMUNICATIONS SYSTEM", que está transferida al cesionario de la presente invención.

En la realización ejemplar, la sonda de acceso que porta información relativa al desfase de PR de los pilotos detectados procedentes de las estaciones base **402** y **404** es recibida por la estación base **402** o la estación base **404**. En la realización ejemplar, la sonda de acceso es transmitida a la estación base **404**. En la estación base **404**, la sonda es recibida por la antena **430** y proporcionado al receptor **428** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **428** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la sonda recibida según la banda de frecuencia de enlace descendente. La señal recibida es proporcionada entonces al desmodulador 424 de enlace descendente (ED), que desmodula las sondas y extrae los desfases de PR medidos.

Los desfases de PR medidos son proporcionados al procesador 446 de control (Proc. de control). El procesador **446** de control calcula el error relativo en la temporización entre la estación base **404** y la estación base **402**, tal como se describe con respecto a la ecuación (1) más arriba. El cambio calculado en la temporización es proporcionado al elemento **448** de ajuste de la temporización, que pone los relojes de la estación base **404** en sincronización con los relojes de la estación base **402** en respuesta al ajuste de temporización calculada.

Llevar a cabo el necesario ajuste de la temporización en la estación base permite un rápido ajuste de la temporización. En una realización alternativa, la estación base **404** puede volver a enviar la información en la sonda de acceso a un controlador central, tal como un controlador de estaciones base (no mostrado). Los cálculos necesarios puede llevarse a cabo en el controlador de estaciones base y el necesario desplazamiento de la temporización puede ser transmitido entonces de vuelta a las estaciones base. Esta realización tiene el factor adicional de permitir que la información procedente de muchas estaciones base sea evaluada conjuntamente y puede llevarse a cabo una sincronización global del sistema en menos casos.

IV. Uso de estaciones fijas para transmitir sondas a estaciones base

La estación fija simulada puede ser usada también para transmitir sondas bajo demanda. Estas sondas son transmitidas con un nivel de potencia suficiente para alcanzar un conjunto deseado de células vecinas en las que debe ajustarse la temporización. Igual que en las mediciones móviles descritas en lo que antecede, las estimaciones de errores de temporización se derivan de mediciones del instante de llegada en las estaciones base y de las distancias conocidas desde las células a la estación móvil fija.

Con referencia a la FIG. 5, cuando debe realizarse la sincronización entre la estación base **502** y la estación base **504**, se transmite un mensaje de solicitud a la estación móvil 506. La antena **542** se recibe el mensaje de solicitud de sonda en la estación fija simulada **506**. La señal recibida es proporcionada, a través del duplexor **544**, al receptor (RCVR) **546** de enlace ascendente. El receptor 546 reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal recibida según la banda de frecuencia de enlace descendente. La señal recibida es proporcionada al desmodulador (desmod) **548**, que desmodula la señal recibida y detecta la recepción de un mensaje de solicitud de sonda.

Tras la recepción del mensaje de solicitud de sonda, el desmodulador **548** proporciona una señal desencadenante al generador 550 de mensajes (GENERADOR DE MENSAJES). El generador 550 de mensajes genera una secuencia predeterminada de símbolos y proporciona la secuencia al transmisor (TMTR) **552** de enlace descendente. El transmisor **552** eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal, a través del duplexor **544**, para su transmisión por la antena **542**.

En la estación base **504**, la señal de sonda es recibida por la antena 540 y proporcionada al receptor **538** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **538** de enlace descendente reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal y proporciona la señal al filtro adaptado 536. El filtro adaptado **536** genera una señal de salida cuya energía es proporcional a la correlación de la secuencia esperada de símbolos de sonda con la secuencia recibida de símbolos. Los valores de energía son proporcionados al procesador **534** de control. Tras la detección de la secuencia de sonda, el procesador **534** de control proporciona una señal al controlador 506 de estaciones base indicativa del instante de la recepción de la secuencia de sonda procedente de la estación fija simulada **506**.

Similarmente, en la estación base **502**, la señal de sonda es recibida por la antena 518 y proporcionada al receptor **520** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **520** de enlace descendente reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal y proporciona la señal al filtro adaptado (FA) **522**. El filtro adaptado **522** genera una señal de salida cuya energía es proporcional a la correlación de la secuencia esperada de símbolos de sonda con la secuencia recibida de símbolos. Los valores de energía son proporcionados al procesador 534 de control. Tras la detección de la secuencia de sonda, el procesador **534** de control proporciona una señal al controlador de estaciones base indicativa del instante de la recepción de la secuencia de sonda procedente de la estación fija simulada **506**. El controlador de estaciones base determina la corrección del error de temporización entre las estaciones base **504** y

502 y transmite mensajes indicativos de la corrección de la temporización a la estaciones base **504** y **506** según la ecuación (2) en lo que antecede.

En la estación base **502**, la señal de corrección del error de temporización es recibida por el procesador **524** de control, que proporciona una señal de ajuste de la temporización al reloj **516**. La señal ajustada de reloj es usada entonces por el modulador **510** de enlace ascendente (EA) en la generación de las secuencias de PR usadas para dispersar los datos salientes. Los símbolos piloto y de tráfico proporcionados al modulador **510** de enlace ascendente son dispersados según las secuencias de PR determinadas según la señal de reloj corregida. La señal dispersada es proporcionada al transmisor **512** de enlace ascendente (TMTR DE EA). El transmisor **512** eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal según la banda de frecuencias de enlace ascendente y proporciona la señal resultante a la antena **514** para su transmisión.

Similarmente, en la estación base **504**, la señal de corrección del error de temporización es recibida por el procesador **534** de control, que proporciona una señal de ajuste de la temporización al reloj **532**. La señal ajustada de reloj es usada entonces por el modulador **530** de enlace ascendente (EA) en la generación de las secuencias de PR usadas para dispersar los datos salientes. Los símbolos piloto y de tráfico proporcionados al modulador **530** de enlace ascendente son dispersados según las secuencias de PR determinadas según la señal de reloj corregida. La señal dispersada es proporcionada al transmisor **532** de enlace ascendente (TMTR DE EA). El transmisor **528** eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal según la banda de frecuencias de enlace ascendente y proporciona la señal resultante a la antena **526** para su transmisión.

V. Transpondedor fijo

Una quinta realización de la presente invención para la sincronización de estaciones base implica el uso de un simple transpondedor. Como en la estación fija simulada de los procedimientos descritos en lo que antecede, este transpondedor es situado de modo que pueda recibir señales procedentes de dos o más estaciones base.

El transpondedor digitaliza y almacena periódicamente las señales recibidas por el enlace ascendente durante un tiempo breve y retransmite estas muestras por el enlace descendente. Así, el transpondedor obtiene una instantánea de las transmisiones piloto de la estación base, lo que puede ser usado para determinar la temporización relativa de las estaciones base. En vez de procesar esta información en el transpondedor, es sencillamente transmitida a las estaciones base para su análisis. Este enfoque permite el empleo de un dispositivo de bajo costo y baja potencia. El transpondedor puede también llevar a cabo, sencillamente, una traslación de frecuencias de la señal entrante de enlace ascendente y retransmitirla por el enlace descendente sin almacenar la señal. Este requiere que el transpondedor reciba y transmita a la vez, pero evita el requisito de la conversión A/D y el almacenamiento de las muestras.

En general, el transpondedor no está sincronizado con el sistema CDMA. Para simplificar el procesamiento en la o las estaciones base para detectar la transmisión del transpondedor, la transmisión se lleva a cabo a intervalos fijos (por ejemplo, cada 10 minutos aproximadamente). La ambigüedad en la temporización del impulso es debida simplemente al error en el reloj del transpondedor durante el tiempo entre transmisiones. Con una precisión de reloj de 3×10^{-7} (un buen TCXO de baja potencia), la deriva es de solo 180 μ seg cada 10 minutos.

Para simplificar adicionalmente la búsqueda de estaciones base, el transpondedor envía su transmisión de ráfaga con un nivel de potencia razonablemente elevado. Esto da como resultado que haya ninguna degradación significativa en el rendimiento del sistema, dado que ocurre de forma infrecuente. La transmisión también puede estar precedida por un breve preámbulo fijo, un código de PR exclusivo de un transpondedor particular que puede ser detectado por un simple filtro adaptado en la estación base.

Con referencia a la FIG. 6, en la estación base **602**, se proporcionan los símbolos piloto y de tráfico al modulador **608** de enlace ascendente (EA). En la realización ejemplar, el modulador **608** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código, tal como se describe en detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.103.459. La señal de acceso múltiple por división de código es proporcionada entonces al transmisor **610** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente para su transmisión a través de la antena **612**. Las señales de enlace descendente son recibidas por medio de la antena **614** y proporcionadas al receptor **616** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **616** reduce la frecuencia, filtra y amplifica las señales recibidas de enlace descendente según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal recibida, a través del conmutador **617**, al desmodulador **618** de enlace descendente. Una realización ejemplar de un procedimiento y un aparato para desmodular señales CDMA está descrita en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.654.979.

Similarmente, en la estación base **604**, se proporcionan los símbolos piloto y de tráfico al modulador **620** de enlace ascendente (EA). En la realización ejemplar, el modulador **620** de enlace ascendente es un modulador de acceso múltiple por división de código, tal como se describe en detalle en la anteriormente mencionada patente estadounidense nº 5.103.459. La señal de acceso múltiple por división de código es proporcionada entonces al transmisor **622** de enlace ascendente (TMTR DE EA), que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal de enlace ascendente para su transmisión a través de la antena **624**. Las señales de enlace descendente son recibidas por

medio de la antena **630** y proporcionadas al receptor **628** de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **628** reduce la frecuencia, filtra y amplifica las señales recibidas de enlace descendente según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal recibida al desmodulador **626** de enlace descendente (ED).

5 La antena **632** de la estación fija simulada **606** recibe las señales de enlace ascendente procedentes de ambas estaciones base **602** y **604**. La señal es proporcionada a través del duplexor **634** al receptor (RCVR) **636**. El receptor **636** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la señal según la frecuencia de enlace descendente. Las señales recibidas son proporcionadas al convertidor analógico-digital (A/D) **638**. Las muestras digitalizadas de la señal recibida son proporcionadas al convertidor digital-analógico (D/A) **640**. El convertidor digital-analógico **640** vuelve a convertir a formato analógico las muestras digitalizadas recibidas para elevar su frecuencia a la frecuencia del enlace descendente. Las muestras digitalizadas son proporcionadas al transmisor (TMTR) **642**, que eleva la frecuencia, filtra y amplifica la señal según la banda de frecuencia de enlace descendente y proporciona la señal a través del duplexor **634** para su transmisión a través de la antena **632**.

15 En la realización ejemplar, la transmisión de ráfagas procedente de la estación fija simulada **606**, que es una traslación de frecuencia de las muestras digitalizadas recibidas en la banda de frecuencias de enlace ascendente, es recibida ya sea por la estación base **604** o la estación base **602**. Cuando se recibe la sonda en la estación base **602**, la sonda es recibida por la antena **614** y proporcionada al de enlace descendente (RCVR DE ED). El receptor **616** reduce la frecuencia, filtra y amplifica la sonda recibida según la banda de frecuencia de enlace descendente. En el intervalo temporal predeterminado en el que se prevé que llegue la sonda, el conmutador **617** proporciona la señal recibida al buscador **619**.

20 El buscador **619** determina las fases relativas de las transmisiones de estaciones base que son transmitidas por el transpondedor **606**. El buscador de PR debe examinar la señal en busca de una ventana en torno al tiempo esperado de transmisión del transpondedor, dado que el transpondedor no está sincronizado con la red y puede haber ocurrido cierta deriva de la temporización desde la última transmisión de una ráfaga. El buscador **619** lleva a cabo la operación de búsqueda en el enlace ascendente, tal como se ha descrito con respecto al desmodulador **136** de enlace ascendente de la primera realización. El buscador **619** detecta la fase de las señales de enlace ascendente procedentes de las estaciones base **602** y **604**. En la realización ejemplar, el buscador **619** detecta el desfase de los canales piloto de las estaciones base **602** y **604**.

30 El buscador **619** proporciona la fase detectada de las señales de enlace ascendente al procesador **650** de control, que calcula el ajuste necesario para sincronizar los relojes internos de las estaciones base **602** y **604**. Este ajuste de la temporización es aplicado o bien por la estación base que llevó a cabo la búsqueda, o enviado al controlador de estaciones base en un enlace de red de retroceso que ha de transmitirse a la estación base **604**.

35 Si el ajuste en la temporización ha de ser realizado por la estación base **602**, entonces el procesador **650** de control calcula el cambio necesario para la temporización interna de la estación base **602** y proporciona una señal indicativa del ese cambio al reloj **652**. El reloj **652** ajusta su temporización según la señal y el modulador **608** de enlace ascendente usa el reloj ajustado en la modulación de la señal de enlace ascendente procedente de la estación base **602**.

40 Si el ajuste de temporización debe realizarlo la estación base **602**, entonces el procesador **650** de control calcula el cambio necesario para la temporización interna de la estación base **604** y proporciona una señal indicativa del ese cambio al controlador **654** de estaciones base. El controlador **654** de estaciones base envía un mensaje indicativo del ajuste de temporización al procesador **646** de control de la estación base **604**. El procesador **646** de control envía una señal al reloj **648**, en respuesta a lo cual se ajusta la temporización del reloj **648**. El reloj **648** ajusta su temporización según la señal y el modulador **620** de enlace ascendente usa el reloj ajustado en la modulación de la señal de enlace ascendente procedente de la estación base **604**.

45 Se proporciona la anterior descripción de las realización preferentes para permitir que cualquier persona experta en la técnica realice o use la presente invención. Las diversas modificaciones de estas realizaciones serán inmediatamente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden ser aplicados a otras realizaciones sin el uso de la facultad inventiva. Así, no se pretende que la presente invención esté limitada a las realizaciones mostradas en el presente documento, sino que debe concedérsele el alcance más amplio coherente con los principios y características novedosas dadas a conocer en el presente documento.

Realizaciones alternativas

55 En una primera realización alternativa, se presenta un sistema para sincronizar los relojes de una primera estación base y de una segunda estación base, comprendiendo el sistema una primera estación base para transmitir una señal de comunicaciones inalámbricas, y una segunda estación base para recibir la señal de comunicaciones inalámbricas y para ajustar un reloj interno según la señal recibida de comunicación inalámbrica.

Además, en la primera realización alternativa, la señal de comunicaciones inalámbricas puede ser transmitida en una banda de frecuencias de enlace ascendente y la segunda estación base puede estar adaptada para recibir de

estaciones móviles señales de enlace descendente, pudiendo ser recibidas las señales de enlace descendente por una frecuencia de enlace descendente que es diferente de la banda de frecuencias de enlace ascendente.

5 Además, en esta primera realización alternativa, la segunda estación base puede además comprender un subsistema receptor de enlace descendente para recibir señales de una estación móvil por una banda de frecuencia de enlace descendente, un subsistema receptor de enlace ascendente para recibir una señal de la primera estación base por una banda de frecuencias de enlace ascendente y un medio de ajuste de la temporización para ajustar el reloj interno según la señal recibida de enlace ascendente. Además, la segunda estación base puede comprender, además, un subsistema de transmisión de enlace ascendente para transmitir una señal por la banda de frecuencias de enlace ascendente y puede comprender, además, un conmutador para inhibir la transmisión por el subsistema de
10 transmisión de enlace ascendente mientras el receptor de enlace ascendente está recibiendo una señal procedente de la primera estación base.

15 En una segunda realización alternativa, se presenta una estación base que comprende un subsistema receptor de enlace descendente para recibir señales procedente de una estación móvil por una banda de frecuencia de enlace descendente, un subsistema receptor de enlace ascendente para recibir una señal procedente de una primera estación base por una banda de frecuencia de enlace ascendente, y un medio de ajuste de la temporización para ajustar un reloj interno según la señal recibida de enlace ascendente.

20 Además, en esta segunda realización alternativa, la estación base puede comprender, además, un subsistema de transmisión de enlace ascendente para transmitir una señal por dicha banda de frecuencias de enlace ascendente. Además, la estación base puede comprender además un conmutador para inhibir la transmisión por el subsistema de transmisión de enlace ascendente mientras el receptor de enlace ascendente está recibiendo una señal procedente de dicha primera estación base.

25 En una tercera realización alternativa, se presenta un sistema para sincronizar los relojes de una primera estación base y una segunda estación base que comprende una primera estación base para transmitir una señal de comunicaciones inalámbricas por una banda de frecuencia de enlace descendente, y una segunda estación base para recibir la señal de comunicaciones inalámbricas y para ajustar un reloj interno según la señal recibida de comunicaciones inalámbricas.

30 Además, en esta tercera realización alternativa, la primera estación base puede transmitir la señal de comunicaciones inalámbricas en un momento predeterminado y la segunda estación base puede ajustar el reloj interno en base al instante de llegada de la señal de comunicaciones inalámbricas. La primera estación base puede comprender un subsistema de transmisión de enlace ascendente para transmitir señales por una banda de frecuencias de enlace ascendente, y un subsistema receptor de enlace descendente para recibir una señal procedente de una estación móvil por una banda de frecuencia de enlace descendente, y un subsistema transmisor de enlace descendente para transmitir la señal de comunicaciones inalámbricas por la banda de frecuencia de enlace descendente. La primera estación base puede comprender, además, un conmutador para inhibir la recepción de la señal procedente de la estación móvil mientras el transmisor de enlace descendente está transmitiendo por la
35 banda de frecuencia de enlace descendente.

40 En una cuarta realización alternativa, se presenta una estación base que comprende un subsistema de transmisión de enlace ascendente, para transmitir señales por una banda de frecuencias de enlace ascendente, un subsistema de recepción de enlace descendente para recibir una señal procedente de una estación móvil por una banda de frecuencia de enlace descendente, y un subsistema transmisor de enlace descendente para transmitir la señal de comunicaciones inalámbricas por la banda de frecuencia de enlace descendente.

Además, en esta cuarta realización alternativa, la estación base puede comprender, además, un conmutador para inhibir la recepción de la señal procedente de la estación móvil mientras el transmisor de enlace descendente está transmitiendo por la banda de frecuencia de enlace descendente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para proporcionar sincronización a una primera estación base (104) en un sistema de comunicaciones inalámbricas que comprende:
 - 5 recibir en la primera estación base (104) una primera señal procedente de una segunda estación base (100) en una banda de frecuencia de enlace ascendente;
 - regular un reloj interno en la primera estación base (104) según dicha señal recibida de enlace ascendente;
 - transmitir desde la primera estación base (104) una segunda señal en dicha banda de frecuencia de enlace ascendente; y
 - 10 inhibir la transmisión de dicha segunda señal desde la primera estación base (104) en dicha banda de frecuencia de enlace ascendente mientras se recibe dicha primera señal procedente de la segunda estación base (100).
2. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la inhibición de la transmisión comprende, además:
 - conmutar (128), en la primera estación base, de transmitir dicha segunda señal en dicha banda de frecuencia de enlace ascendente a recibir dicha primera señal procedente de la segunda estación base.
- 15 3. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que dicha primera señal y dicha segunda señal incluyen símbolos piloto y datos de tráfico de enlace ascendente.
4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que dicha primera señal y dicha segunda señal son señales CDMA de acceso múltiple por división de código.
5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que dicha primera señal incluye una secuencia piloto.
- 20 6. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la regulación de un reloj interno en la primera estación base según dicha señal recibida de enlace ascendente se basa en:
 - un desfase conocido entre una señal piloto de enlace ascendente procedente de la primera estación base y una señal piloto de enlace ascendente procedente de la segunda estación base; y
 - 25 una distancia conocida entre las estaciones base primera y segunda.
7. El procedimiento de la reivindicación 6 cuando depende de la reivindicación 5 que comprende, además:
 - centrar una ventana de búsqueda piloto en un punto en la secuencia piloto en base a dicho desfase conocido y a dicha distancia conocida;
 - llevar a cabo una búsqueda piloto en dicha secuencia piloto usando la ventana centrada de búsqueda piloto.
 - 30
8. Un sistema para proporcionar sincronización a una primera estación base (104) en un sistema de comunicaciones inalámbricas que comprende:
 - un medio para recibir en la primera estación base (104) una primera señal procedente de una segunda estación base (100) en una banda de frecuencia de enlace ascendente;
 - 35 un medio para regular un reloj interno en la primera estación base (104) según dicha señal recibida de enlace ascendente;
 - un medio para transmitir desde la primera estación base (104) una segunda señal en dicha banda de frecuencia de enlace ascendente; y
 - un medio para inhibir la transmisión de dicha segunda señal desde la primera estación base (104) en dicha banda de frecuencia de enlace ascendente mientras se recibe dicha primera señal procedente de la segunda estación base (100).
 - 40
9. El sistema de la reivindicación 8 en el que el medio de inhibición de la transmisión incluye, además:
 - un medio para conmutar (128), en la primera estación base, de transmitir dicha segunda señal en dicha banda de frecuencia de enlace ascendente a recibir dicha primera señal procedente de la segunda estación base.
 - 45

10. Un procedimiento para proporcionar sincronización desde una primera estación base (104, 304) a una segunda estación base (100, 300) en un sistema de comunicaciones inalámbricas que comprende:
- transmitir señales desde la primera estación base (104, 304) en una banda de frecuencia de enlace ascendente;
- 5 recibir una señal de enlace descendente en la primera estación base (104, 304) procedente de una estación móvil en una banda de frecuencia de enlace descendente;
- transmitir una sonda de sincronización desde la primera estación base (104, 304) hasta la segunda estación base (100, 300) en dicha banda de frecuencia de enlace descendente para regular un reloj interno en la segunda estación base (100, 300); e
- 10 inhibir la recepción en la primera estación base (104, 304) de dicha señal de enlace descendente desde dicha estación móvil mientras dicha sonda de sincronización está siendo transmitida en dicha banda de frecuencia de enlace descendente desde la primera estación base (104, 304) a la segunda estación base (100, 300).
11. El procedimiento de la reivindicación 10 en el que la inhibición de la recepción en la primera estación base incluye, además:
- 15 conmutar (324), en la primera estación base, de recibir en la primera estación base dicha señal de enlace descendente desde dicha estación móvil en la banda de frecuencia de enlace descendente a transmitir dicha sonda de sincronización en dicha banda de frecuencia de enlace descendente desde la primera estación a la segunda estación base.
- 20 12. El procedimiento de la reivindicación 11 en el que se determina un momento de conmutación en base a un tiempo designado para transmitir dicha sonda de sincronización y a una distancia entre las estaciones base primera y segunda.
13. Un sistema para proporcionar sincronización desde una primera estación base (104, 304) a una segunda estación base (100, 300) en un sistema de comunicaciones inalámbricas que comprende:
- 25 un medio para transmitir señales desde la primera estación base (104, 304) en una banda de frecuencia de enlace ascendente;
- un medio para recibir una señal de enlace descendente en la primera estación base (104, 304) procedente de una estación móvil en una banda de frecuencia de enlace descendente;
- 30 un medio para transmitir una sonda de sincronización desde la primera estación base (104, 304) hasta la segunda estación base (100, 300) en dicha banda de frecuencia de enlace descendente para regular un reloj interno en la segunda estación base (100, 300); y
- 35 un medio para inhibir la recepción en la primera estación base (104, 304) de dicha señal de enlace descendente desde dicha estación móvil mientras dicha sonda de sincronización está siendo transmitida en dicha banda de frecuencia de enlace descendente desde la primera estación base (104, 304) a la segunda estación base (100, 300).
14. El sistema de la reivindicación 13 en el que el medio de inhibición de la recepción en la primera estación base comprende, además:
- 40 un medio para conmutar (324), en la primera estación base, de recibir en la primera estación base dicha señal de enlace descendente desde dicha estación móvil en la banda de frecuencia de enlace descendente a transmitir dicha sonda de sincronización en dicha banda de frecuencia de enlace descendente desde la primera estación a la segunda estación base.

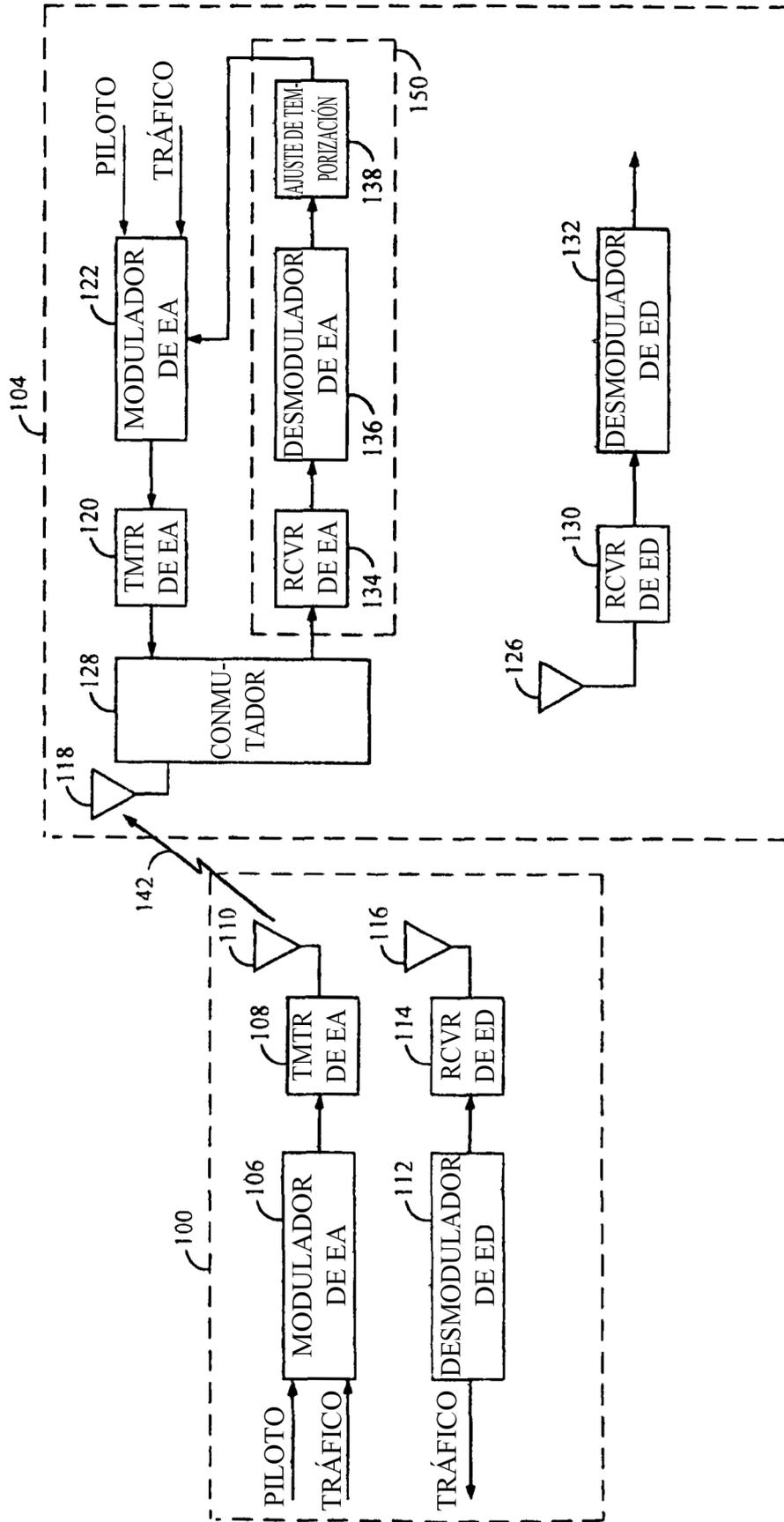


FIG. 1

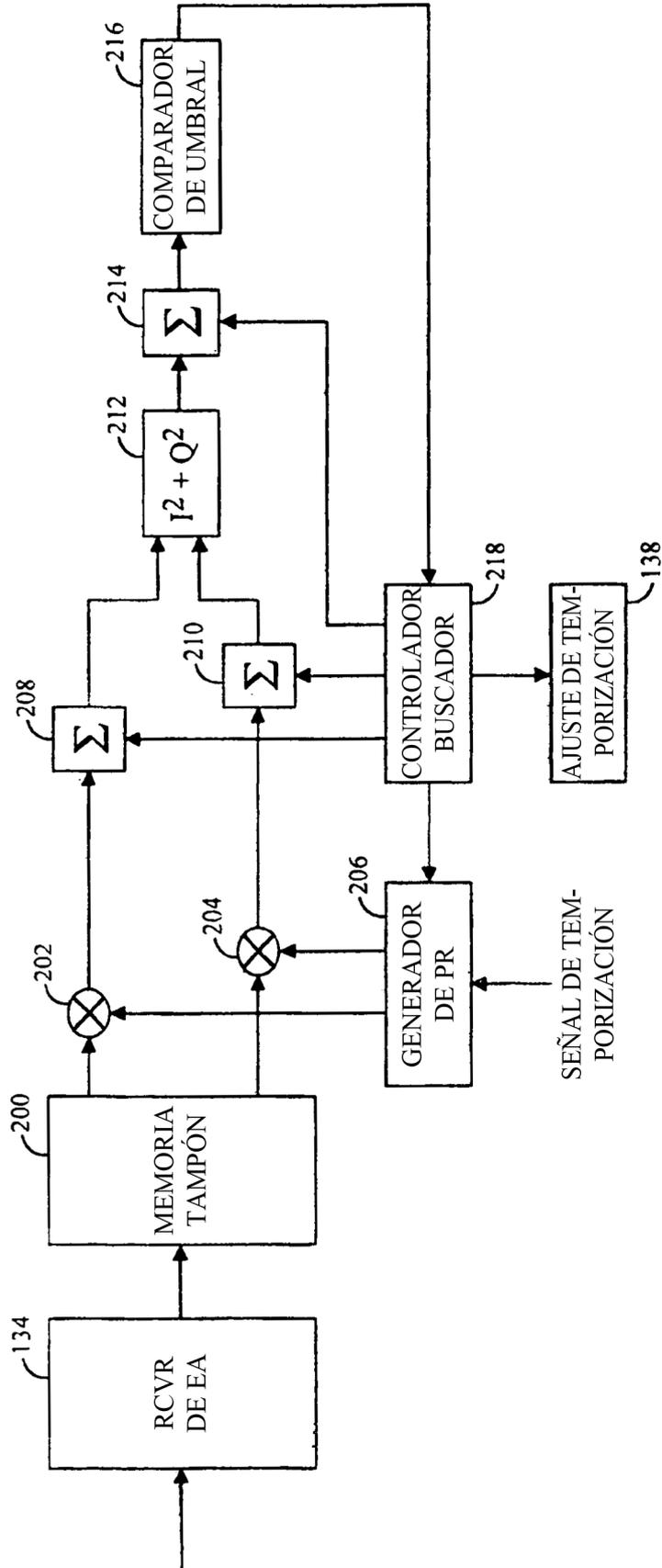


FIG. 2

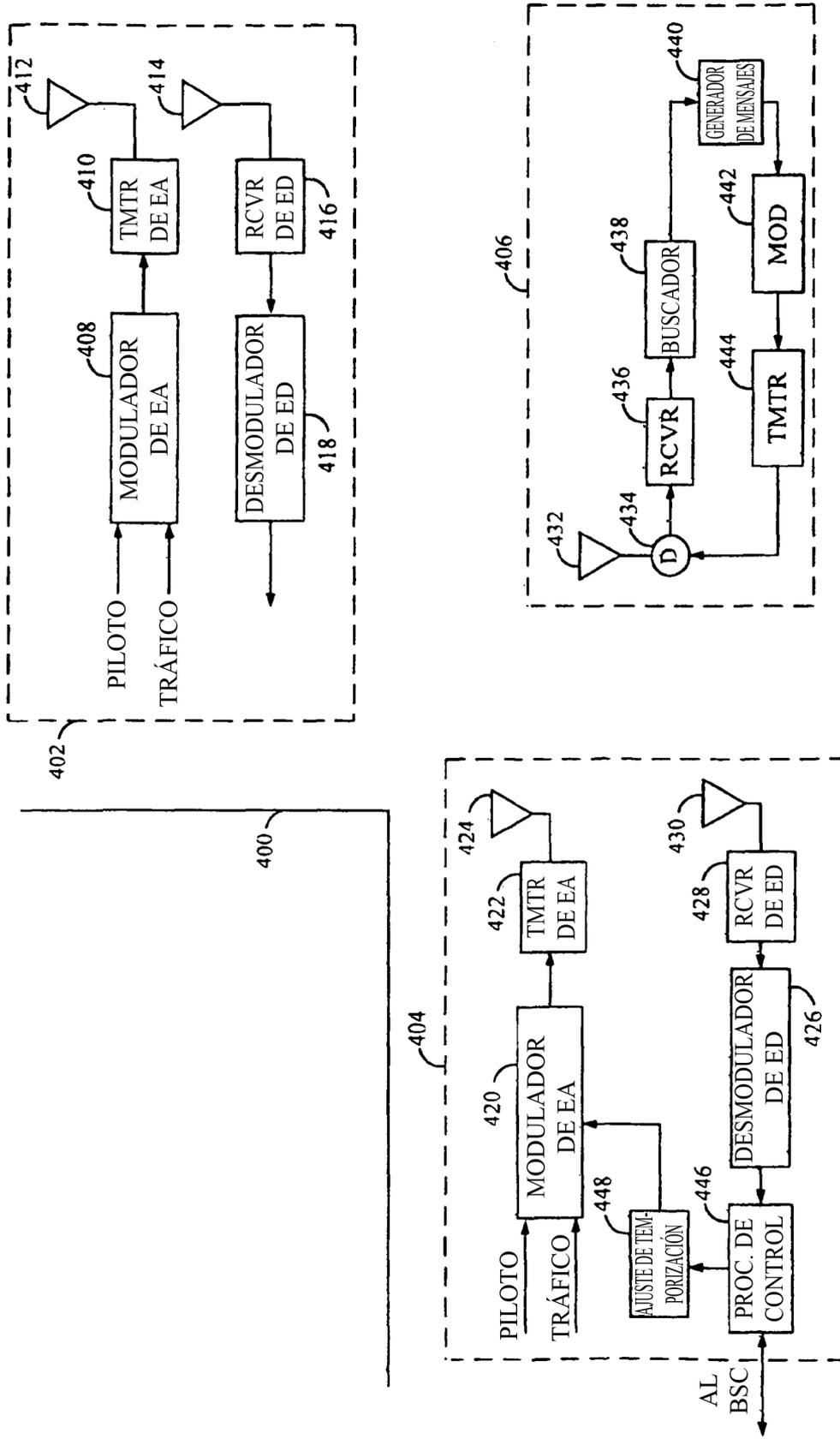


FIG. 4

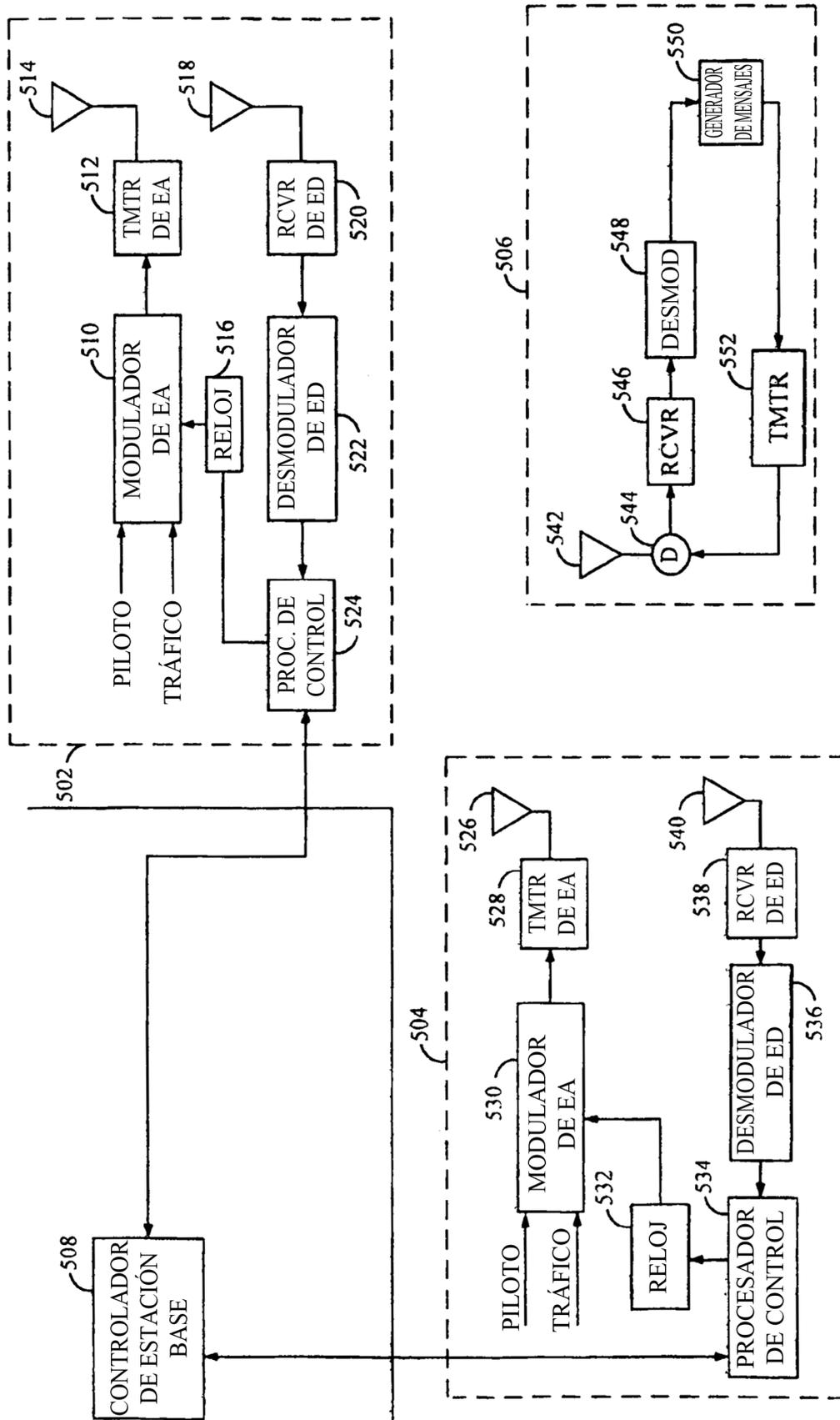


FIG. 5

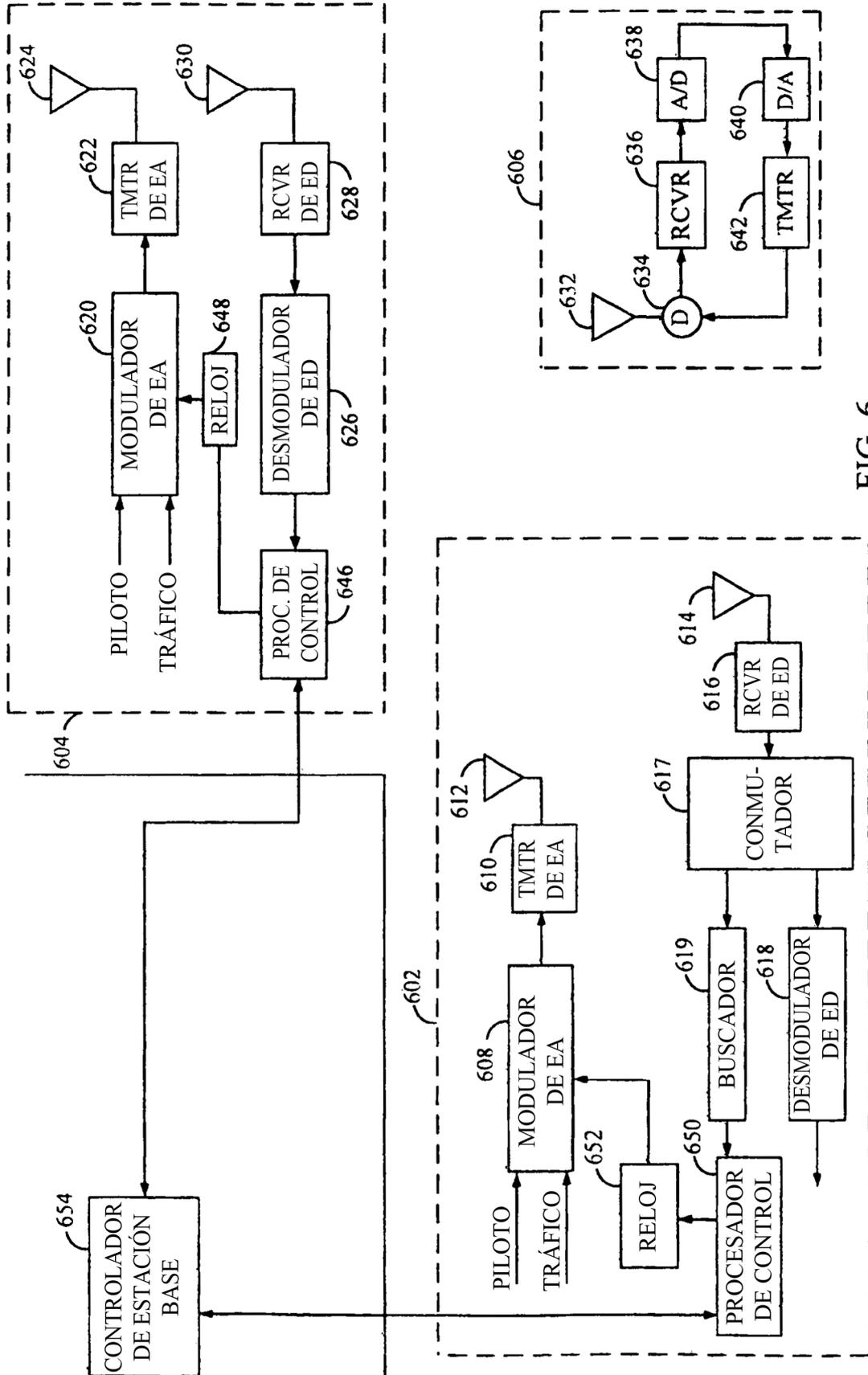


FIG. 6