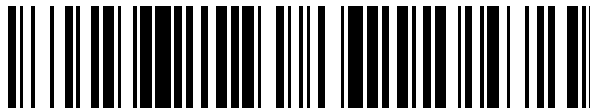


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 636**

51 Int. Cl.:
H04L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10173292 .3**
96 Fecha de presentación: **18.02.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **2247048**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2010**

54 Título: **ESTIMACIÓN DE CANAL DE UNA SEÑAL RECIBIDA DE CDMA DE TRAYECTORIA MÚLTIPLE.**

30 Prioridad:
18.02.2003 US 368765

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.02.2012

73 Titular/es:
Qualcomm Incorporated
5775 Morehouse Drive, R-132 D
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:
Malladi, Durga Prasad;
Wei, Yongbin y
Blanz, Josef J.

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 373 636 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

Estimación de canal de una señal recibida de CDMA de trayectoria múltiple

Antecedentes

Campo

- 5 La presente invención versa en general acerca de una estimación de canal en sistemas de comunicaciones y, más específicamente, acerca de sistemas y procedimientos para mejorar la estimación de canal en sistema de comunicaciones inalámbricas.

Antecedentes

- 10 Se usan sistemas de comunicaciones para la transmisión de información de un dispositivo a otro. Antes de su transmisión, la información es codificada en un formato adecuado para su transmisión por un canal de comunicaciones. A continuación se transmite por el canal de comunicaciones una señal inalámbrica que contiene la información codificada. Se usa un receptor de comunicaciones para recibir la señal inalámbrica.

- 15 Típicamente, la señal inalámbrica recibida incluye una pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. Estos componentes de trayectorias múltiples son diferentes versiones de la señal inalámbrica que son generadas por reflejos en estructuras y formaciones naturales. Los diferentes componentes de trayectoria múltiples experimentan degradación por el ruido a medida que viajan por el canal de comunicaciones. Así, cada componente de trayectorias múltiples incluye un componente de señal que se corresponde con la señal transmitida y un componente de ruido que no se corresponde con la señal transmitida.

- 20 A veces, se usa la estimación de canal en un receptor de comunicaciones. La interferencia entre los componentes de trayectorias múltiples de una señal inalámbrica puede hacer difícil la obtención de una estimación precisa del canal. Por lo tanto, existe la necesidad de una técnica mejora de estimación del canal en la que se minimicen los efectos de la interferencia de múltiples trayectorias. El documento EP 1 130 792A1 describe un procedimiento y un receptor de BARRIDO para la estimación de fasores en sistemas de comunicaciones.

Breve descripción de los dibujos

- 25 La FIG. 1 es un diagrama de un sistema de comunicaciones de espectro ensanchado que soporta varios usuarios;
- la FIG. 2 es un diagrama de bloques de una estación base y una estación móvil en un sistema de comunicaciones;
- 30 la FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra el enlace descendente y el enlace ascendente entre la estación base y la estación móvil;
- la FIG. 4 es un diagrama de bloques de los canales en una realización del enlace descendente;
- la FIG. 5 es un diagrama de bloques de los canales en una realización del enlace ascendente;
- la FIG. 6 es un diagrama de bloques de una realización de una unidad de abonado;
- la FIG. 7 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra la transmisión de una señal inalámbrica;
- 35 la FIG. 8 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra la recepción de una señal inalámbrica;
- la FIG. 9 es un diagrama de bloques funcionales de una realización del estimador de canal mejorado; y
- la FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un procedimiento para mejorar la estimación de canal en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

Descripción detallada

- 40 En el presente documento, la palabra "ejemplar" se usa exclusivamente con el sentido de "servir de ejemplo, modelo o ilustración". No debe interpretarse de ninguna realización descrita en el presente documento como "ejemplar" que sea preferible o ventajosa con respecto a otras realizaciones. Aunque en los dibujos se representan los diversos aspectos de las realizaciones, los dibujos no están trazados necesariamente a escala, a no ser que así se indique específicamente.
- 45 La siguiente exposición desarrolla las realizaciones ejemplares de los sistemas y los procedimientos para mejorar la estimación de canal exponiendo en primer lugar un sistema de comunicaciones inalámbricas de espectro ensanchado. Después, se exponen una estación base y una estación móvil, así como las comunicaciones enviadas

entre las mismas. Acto seguido, se muestran los componentes de una realización de una unidad de abonado. Se muestran y se describen diagramas de bloques funcionales en relación con la transmisión y la recepción de una señal inalámbrica. También se presentan detalles relativos a un estimador de canal mejorado. Después se expone un procedimiento ejemplar para mejorar la estimación de canal en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

5 Obsérvese que la realización ejemplar se proporciona como en ejemplo de principio a fin de esta exposición; sin embargo, realizaciones ejemplares pueden incorporar diversos aspectos sin apartarse del alcance de la presente invención. Específicamente, la presente invención es aplicable a un sistema de procesamiento de datos, a un sistema de comunicaciones inalámbricas, a una red IP móvil y a cualquier otro sistema que desee recibir y procesar una señal inalámbrica.

10 La realización ejemplar emplea un sistema de comunicaciones inalámbricas de espectro ensanchado. Los sistemas de comunicaciones inalámbricas son desplegados de forma generalizada para proporcionar diversos tipos de comunicación, como voz, datos, etcétera. Estos sistemas pueden estar basados en un acceso múltiple por división de código (CDMA), un acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) o algunas otras técnicas de modulación. Un sistema de CDMA proporciona ciertas ventajas con respecto a otros tipos de sistemas, incluyendo una capacidad
15 aumentada del sistema.

Puede diseñarse un sistema para soportar uno o más estándares, como el "TIA/EIA/IS-95-B Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System", al que se hace referencia en el presente documento como estándar IS-95, el estándar ofrecido por un consorcio denominado "Proyecto de Asociación de Tercera Generación", al que se hace referencia en el presente documento como 3GPP,
20 y que está implementado en una serie de documentos, incluyendo los documentos n^{os} 3GPP TS 25.211, 3GPP TS 25.212, 3GPP TS 25.213 y 3GPP TS 25.214, 3GPP TS 25.302, al que se hace referencia en el presente documento como estándar W-CDMA, el estándar ofrecido por un consorcio denominado "Proyecto 2 de Asociación de Tercera Generación", al que se hace referencia en el presente documento como 3GPP2, y TR-45.5, al que se hace referencia en el presente documento como estándar cdma2000, denominado previamente como IS-2000 MC.

25 Cada estándar define específicamente el procesamiento de datos para la transmisión desde la estación base a la estación móvil y viceversa. Como realización ejemplar, la siguiente exposición considera un sistema de comunicaciones de espectro ensanchado coherente con el estándar de protocolos cdma2000. Realizaciones alternativas pueden incorporar otro estándar.

Los sistemas y los procedimientos descritos en el presente documento pueden ser usados con sistemas de
30 comunicaciones de velocidad elevada de datos. A lo largo de la siguiente exposición se describe, en aras de la claridad, una sistema específico de velocidad elevada de datos. Pueden implementarse sistemas alternativos que proporcionan una transmisión de información a velocidades elevadas de datos. Para los sistemas de comunicaciones de CDMA diseñados para transmitir a velocidades elevadas de datos, como un sistema de comunicaciones de velocidad elevada de datos (HDR), puede usarse un esquema de peticiones de velocidad
35 variable de datos para comunicarse a la velocidad máxima de datos que pueda soportar la relación portadora-interferencia (C/I). El sistema de comunicaciones HDR está diseñado típicamente para conformarse a uno o más estándares, como la "cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification", 3GPP2 C.S0024, Versión 2, 27 de octubre de 2000, promulgada por el consorcio "Proyecto 2 de Asociación de Tercera Generación".

Un receptor en un sistema de comunicaciones HDR ejemplar puede emplear un esquema de peticiones de velocidad
40 variable de datos. El receptor puede ser implementado en una estación de abonado en comunicación con una red terrestre de datos transmitiendo datos por un enlace ascendente a una estación base (mostrado en lo que sigue). La estación base recibe los datos y encamina los datos a través de un controlador de estaciones base (BSC) (no mostrado) a la red terrestre. En cambio, las comunicaciones con la estación de abonado pueden ser encaminadas desde la red terrestre a la estación base a través del BSC y transmitidas desde la estación base a la unidad de
45 abonado por un enlace descendente.

La FIG. 1 sirve de ejemplo de un sistema 100 de comunicaciones que soporta varios usuarios y es capaz de
implementar al menos algunos aspectos de las realizaciones expuestas en el presente documento. Puede usarse cualquiera de una variedad de algoritmos y procedimientos para programar las transmisiones en el sistema 100. El sistema 100 proporciona comunicación para varias células 102A-102G, cada una de las cuales es atendida por una
50 correspondiente estación base 104A-104G, respectivamente. En la realización ejemplar, algunas de las estaciones base 104 tienen múltiples antenas de recepción y otras tienen solo una antena de recepción. De manera similar, algunas de las estaciones base 104 tienen múltiples antenas de transmisión, y otras tienen antenas únicas de transmisión. No hay restricciones en cuanto a las combinaciones de antenas de transmisión y antenas de recepción. Por lo tanto, es posible que una estación base 104 tenga múltiples antenas de transmisión y una sola antena de
55 recepción, o que tenga múltiples antenas de recepción y una sola antena de transmisión, o que tenga tanto antenas de transmisión y de recepción únicas o múltiples.

Los terminales 106 en la zona de cobertura pueden ser fijos (es decir, estacionarios) o móviles. Tal como se muestra en la FIG. 1, diversos terminales 106 están dispersados por todo el sistema. Cada terminal 106 se comunica con al menos una y posiblemente más estaciones base 104 por el enlace descendente y el enlace ascendente en cualquier

momento dado, dependiendo, por ejemplo, de si se emplea una transferencia de llamada suave o de si el terminal está diseñado y es operado (de forma simultánea o secuencial) para recibir múltiples transmisiones procedentes de múltiples estaciones base. La transferencia de llamada suave en los sistemas de comunicaciones de CDMA es bien conocida en la técnica y se describe con detalle en la patente estadounidense nº 5.101.501, titulada "Method and System for Providing a Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System", que está transferida al cesionario de la presente invención.

El enlace descendente se refiere a la transmisión desde la estación base 104 al terminal 106, y el enlace ascendente se refiere a la transmisión desde el terminal 106 a la estación base 104. En la realización ejemplar, algunos de los terminales 106 tienen múltiples antenas de recepción y otros tienen solo una antena de recepción. En la FIG. 1, la estación base 104A transmite datos a los terminales 106A y 106J por el enlace descendente, la estación base 104B transmite datos a los terminales 106B y 106J, la estación base 104C transmite datos al terminal 106C, etcétera.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de la estación base 202 y la estación móvil 204 en un sistema 100 de comunicaciones. La estación base 202 está en comunicación inalámbrica con la estación móvil 204. Tal como se ha mencionado en lo que antecede, la estación base 202 transmite señales a las estaciones móviles 204 que reciben las señales. Además, las estaciones móviles 204 también pueden transmitir señales a la estación base 202.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques de la estación base 202 y la estación móvil 204 ilustrando el enlace descendente 302 y el enlace ascendente 304. El enlace descendente 302 se refiere a transmisiones desde la estación base 202 a la estación móvil 204, y el enlace ascendente 304 se refiere a transmisiones desde la estación móvil 204 a la estación base 202.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques de los canales en una realización del enlace descendente 302. El enlace descendente 302 incluye el canal piloto 402, el canal 404 de sincronización, el canal 406 de notificación y el canal 408 de tráfico. El enlace descendente 302 ilustrado es solo una realización posible de un enlace descendente 302 y se apreciará que pueden ser añadidos otros canales al enlace descendente 302 o ser quitados del mismo.

En un estándar de CDMA, descrito en el documento TIA/EIA/IS-95-A, "Mobile Stations-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System", de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones, cada estación base 202 transmite a sus usuarios los canales piloto 402, de sincronización 404, de notificación 406 de tráfico 408 de ida. El canal piloto 402 es una señal no modulada de espectro ensanchado de secuencia directa transmitida continuamente por cada estación base 202. El canal piloto 402 permite que cada usuario adquiera la temporización de los canales transmitidos por la estación base 202 y proporcione una referencia de fase para la demodulación coherente. El canal piloto 402 también proporciona un medio para comparaciones de intensidad de la señal entre estaciones base 202 para determinar cuándo realizar la transferencia de llamada suave entre estaciones base 202 (como cuando se produce un movimiento entre células 102).

El canal 404 de sincronización transmite información de temporización y de configuración del sistema a la estación móvil 204. El canal 406 de notificación se usa para comunicarse con las estaciones móviles 204 cuando no están asignadas a un canal 408 de tráfico. El canal 406 de notificación se usa para transmitir páginas, es decir, notificaciones de llamadas entrantes, a las estaciones móviles 204. El canal 408 de tráfico se usa para transmitir datos de usuario y voz. Por el canal 408 de tráfico también se envían mensajes de señalización.

La FIG. 5 es un diagrama de bloques de los canales en una realización del enlace ascendente 304. El enlace ascendente 304 puede incluir un canal piloto 502, un canal 504 de acceso y un canal 506 de tráfico. El enlace ascendente 304 ilustrado es únicamente una realización posible de un enlace ascendente y se apreciará que otros canales pueden ser añadidos al enlace ascendente 304 o ser quitados del mismo.

El enlace ascendente 304 de la FIG. 5 incluye un canal piloto 502. Recuérdese que se han propuesto sistemas de comunicaciones inalámbricas de radioteléfonos de tercera generación (3G) en los que se usa un canal piloto 502 de enlace ascendente 304. Por ejemplo, en el estándar cdma2000 actualmente propuesto, la estación móvil 204 transmite un Canal Piloto de Enlace Inverso (R-PICH) que la estación base 202 usa para la adquisición inicial, el seguimiento del tiempo, la recuperación de referencias coherentes del receptor de barrido y mediciones del control de potencia. Así, los sistemas y los procedimientos del presente documento son aplicables a las señales piloto por el enlace descendente 302 y por el enlace ascendente 304.

El canal 504 de acceso es usado por la estación móvil 204 para comunicarse con la estación base 202 cuando el móvil 204 no tiene un canal 506 de tráfico asignado. El canal 506 de tráfico del enlace ascendente es usado para transmitir datos de usuario y voz. Por el canal 506 de tráfico del enlace ascendente también se envían mensajes de señalización.

En un sistema 600 de la unidad de abonado ilustrado en el diagrama de bloques funcionales de la FIG. 6 se muestra una realización de una estación móvil 204. El sistema 600 incluye un procesador 602 que controla la operación del sistema 600. El procesador 602 puede denominarse también CPU. La memoria 604, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) y memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al

procesador 602. Una porción de la memoria 604 puede también incluir memoria no volátil de acceso aleatorio (NVRAM).

5 El sistema 600, que está implementado típicamente en un dispositivo de comunicaciones inalámbricas como un teléfono móvil, también incluye un alojamiento 606 que contiene un transmisor 608 y un receptor 610 para permitir la transmisión y la recepción de datos, como comunicaciones de audio, entre el sistema 600 y un emplazamiento remoto, como un controlador de emplazamientos de células o estación base 202. El transmisor 608 y el receptor 610 pueden estar combinados en un transceptor 612. Una antena 614 está unida al alojamiento 606 y eléctricamente acoplada al transceptor 612. También pueden usarse antenas adicionales (no mostradas). La operación del transmisor 608, del receptor 610 y de la antena 614 es bien conocido en la técnica y no es preciso que sea descrita en el presente documento.

El sistema 600 también incluye un detector 616 de señales usado para detectar y cuantificar el nivel de las señales recibidas por el transceptor 612. El detector 616 de señales detecta tales señales como energía total, energía piloto por segmento de código de ruido pseudoaleatorio (RP), densidad espectral de potencia y otras señales, tal como se conoce en la técnica.

15 Un cambiador 626 de estado del sistema 600 controla el estado del dispositivo de comunicaciones inalámbricas en base a un estado actual y a señales adicionales recibidas por el transceptor 612 y detectadas por el detector 616 de señales. El dispositivo de comunicaciones inalámbrica es capaz de operar en uno cualquiera de varios estados.

El sistema 600 también incluye un determinador 628 del sistema usado para controlar el dispositivo de comunicaciones inalámbricas y determinar a qué sistema proveedor de servicio debería realizar la transferencia el dispositivo de comunicaciones inalámbricas cuando determine que el actual sistema proveedor de servicio es inadecuado.

20 Los diversos componentes del sistema 600 están acoplados entre sí por un sistema 630 de bus que puede incluir un bus de energía, un bus de señales de control y un bus de señales de estado, además de un bus de datos. Sin embargo, en aras de la claridad, los diversos buses están ilustrados en la FIG. 6 como el sistema 630 de bus. El sistema 600 también puede incluir un procesador 607 de señales digitales (DSP) para su uso en el procesamiento de señales. Un experto en la técnica apreciará que el sistema 600 ilustrado en la FIG. 6 es un diagrama de bloques funcionales, no una enumeración de componentes específicos.

Los procedimientos dados a conocer en el presente documento pueden ser implementados en una realización de una unidad 600 de abonado. Los sistemas y los procedimientos también pueden ser implementados en otros sistemas de comunicaciones con un receptor, como una estación base 202. Si se usa una estación base 202 para implementar los sistemas y los procedimientos dados a conocer, también puede usarse el diagrama de bloques funcionales de la FIG. 6 para describir los componentes en un diagrama de bloques funcionales de una estación base 202.

30 La FIG. 7 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra la transmisión de una señal inalámbrica. El diagrama de bloques funcionales de la FIG. 7 puede ser implementado en diversos componentes, como la estación base 202 y la estación móvil 204.

Tal como se muestra, la señal inalámbrica incluye un canal piloto 702 y otros canales ortogonales 604. En la señal inalámbrica también pueden incluirse canales 706 no ortogonales adicionales. Ejemplos de canales no ortogonales incluyen el canal de sincronización (SCH), canales mezclados por el código secundario de mezcla (SSC) en WCDMA, y canales ensanchados por secuencias cuasiortogonales (QOS) en cdma2000.

Los canales ortogonales son proporcionados a un componente ortogonal 708 de ensanchamiento. Acto seguido, los canales tanto ortogonales como no ortogonales son proporcionados a un componente 710 de ganancia de canal, que añade una ganancia para el canal. Las salidas de los componentes 710 de ganancia del canal se suman entre sí, tal como se muestra con el sumador 712. Según se muestra en la FIG. 7, los canales no ortogonales puede ser multiplexados por división de tiempo (TDM) 711. En otras realizaciones, uno o más de los canales ortogonales pueden ser multiplexados por división de tiempo.

Los canales no ortogonales 706 no tienen componentes ortogonales de ensanchamiento. Algunos canales no ortogonales 706 (por ejemplo, el canal de sincronización) pueden ser introducidos directamente en un componente 710 de ganancia de canal. Otros componentes no ortogonales 706 (por ejemplo, canales ensanchados por secuencias cuasiortogonales en cdma2000) son ensanchados de forma no ortogonal y luego introducidos en un componente 710 de ganancia de canal. Las salidas de los componentes 710 de ganancia de canal son sumadas con el sumador 712.

La señal sumada es introducida en el componente 714 de mezcla de ruido pseudoaleatorio (RP). Un filtro 716 de banda base toma la salida del componente 714 de mezcla de RP y proporciona la salida filtrada 723 a un transmisor 718. El transmisor 718 incluye una antena 720. La señal transmitida 721 entra entonces en el canal 722 de radio.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra la recepción de una señal inalámbrica 801. Un receptor 802 recibe la señal inalámbrica 801 mediante el uso de una antena 804. La señal inalámbrica recibida 801 incluye una pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. Cada componente de trayectoria múltiple incluye un componente de señal que corresponde a la señal transmitida 721 y un componente de ruido que no corresponde a la señal transmitida 721.

La señal inalámbrica recibida 801 es suministrada a un filtro adaptado 805 que está adaptado a la respuesta de impulsos del filtro 716 de banda base. La salida 806 del filtro adaptado 805 es suministrada a un estimador 808 de canal mejorado. El estimador 808 de canal mejorado calcula entonces una pluralidad de estimaciones 810 de canal mejoradas. Cada una de las estimaciones 810 de canal mejoradas corresponde a un componente diferente de trayectorias múltiples dentro de la señal inalámbrica recibida 801. Las estimaciones 810 de canal mejoradas están mejoradas con respecto a las estimaciones de canal calculadas usando técnicas conocidas. En particular, las estimaciones 810 de canal mejoradas se calculan para minimizar los efectos de la interferencia entre la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples (interferencia por trayectoria múltiple). En lo que sigue se describirá una realización del estimador 808 de canal mejorado.

Las estimaciones 810 de canal mejoradas son proporcionadas entonces a un componente 812 de procesamiento ulterior para su procesamiento ulterior. En una realización, las estimaciones 810 de canal mejoradas son usadas en un ecualizador. En otra realización, las estimaciones 810 de canal mejoradas son usadas en un receptor de barrido.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques que ilustra componentes lógicos dentro de una realización del estimador 908 de canal mejorado. El estimador 908 de canal mejorado incluye un estimador 902 de retardos. El estimador 902 de retardos estima N retardos 904, siendo N cualquier entero positivo mayor que uno. Cada uno de los N retardos 904 corresponde a un componente diferente de trayectorias múltiples dentro de la señal inalámbrica recibida 801.

Tal como se ha descrito en lo que antecede, los sistemas y los procedimientos dados a conocer en el presente documento pueden ser implementados en un sistema de comunicaciones inalámbricas que utilice técnicas de CDMA. En tal sistema de comunicaciones inalámbricas, cada componente de trayectorias múltiples dentro de la señal inalámbrica recibida 801 incluye una pluralidad de segmentos de código. Cada segmento de código abarca una cierta duración temporal definida por la tasa del segmento de código. En algunas realizaciones, al menos algunos de los componentes de trayectorias múltiples dentro de la señal inalámbrica recibida 801 están separados entre sí en menos de la duración del segmento de código. En tales realizaciones, al menos algunos de los N retardos 904 están también separados entre sí en menos de la duración del segmento de código.

El estimador 908 de canal mejorado también incluye N separadores 906 de RP que efectúan la separación del RP en la salida 806 del filtro adaptado 805. Así, la separación de RP se lleva a cabo N veces en la salida 806 del filtro adaptado 805 y se obtienen N señales separadas 912. Cada separador 906 de RP alinea la señal y la secuencia de separación en base al retardo 904 antes de realizar la separación.

El estimador 808 de canal mejorado también incluye una pluralidad de correlacionadores 914 que correlacionan una de las N señales separadas 912 con una señal 916 de referencia para obtener una estimación 918 de canal. Según se muestra, se obtienen N estimaciones 918 de canal. Cada estimación 918 de canal corresponde a un componente diferente de múltiples trayectorias dentro de la señal inalámbrica recibida 801. En una realización, la señal 916 de referencia solamente incluye el canal piloto 402. En otra realización, la señal 916 de referencia incluye el canal piloto 402, el canal 408 de tráfico y una estimación de una proporción entre el canal 408 de tráfico y el canal piloto 402.

El estimador 808 de canal mejorado también incluye un componente 920 de cálculo matricial. El componente 920 de cálculo matricial calcula una matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples y una matriz 924 de covarianza de ruido. Tal como se ha mencionado previamente, la señal inalámbrica recibida 801 incluye una pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. La matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples incluye información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes de la señal dentro de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. La matriz 924 de covarianza de ruido incluye información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes de ruido dentro de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. Los N retardos 904, las N estimaciones 918 de canal y la señal 916 de referencia son usados para calcular tanto la matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples como la matriz 924 de covarianza de ruido.

El estimador 808 de canal mejorado también incluye un componente 926 de reducción de la interferencia por trayectorias múltiples. Tal como ha sido mencionado previamente, los componentes de trayectorias múltiples en la señal inalámbrica recibida 801 pueden interferirse entre sí. El componente 926 de reducción de interferencia por trayectoria múltiple usa la matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples y la matriz 924 de covarianza de ruido para reducir los efectos de esta interferencia por trayectorias múltiples en las N estimaciones 918 de canal. Se obtienen así N estimaciones 810 de canal mejoradas.

Con referencia a las FIGURAS 7 a 9, lo que sigue proporciona una descripción matemática y antecedentes de diversas fórmulas matemáticas que pueden usarse.

Las estimaciones 918 de canal pueden escribirse según se muestra en la Fórmula 1. El parámetro ρ de la Fórmula 1 es la función de autocorrelación del filtro 716 de banda base.

$$y[m] = \sum_{i=0}^{P-1} \alpha_i \cdot \rho[m-i] + v[m] \quad \text{Fórmula 1.}$$

En notación matricial, las estimaciones 918 de canal pueden escribirse según se muestra en la Fórmula 2. El parámetro \mathbf{A} de la Fórmula 2 es la matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples. El parámetro α de la Fórmula 2 es un vector de coeficientes de atenuación. El parámetro \mathbf{v} en la Fórmula 2 es un vector de ruido.

$$\mathbf{y} = \mathbf{A} \cdot \alpha + \mathbf{v} \quad \text{Fórmula 2.}$$

En una realización, reducir los efectos de la interferencia por trayectorias múltiples en las N estimaciones 918 de canal implica calcular una estimación del vector de coeficientes de atenuación. Este cálculo puede realizarse el componente 926 de reducción de la interferencia por trayectorias múltiples. Una estimación del vector de coeficientes de atenuación puede escribirse según se muestra en la Fórmula 3. El parámetro \mathbf{A} de la Fórmula 3 es la matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples. El parámetro Λ de la Fórmula 3 es la matriz 924 de covarianza de ruido.

$$\beta = \left[\mathbf{A}^H \cdot \Lambda^{-1} \cdot \mathbf{A} \right]^{-1} \cdot \mathbf{A}^H \cdot \Lambda^{-1} \cdot \mathbf{y} \quad \text{Fórmula 3.}$$

La FIG. 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento 1000 para mejorar la estimación de canal en un sistema de comunicaciones inalámbricas. El procedimiento 1000 comienza 1002 cuando se recibe 1004 una señal inalámbrica 801. Tal como se ha mencionado previamente, la señal inalámbrica 801 incluye una pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. Cada componente de trayectorias múltiples incluye un componente de señal que corresponde a la señal transmitida 721 y un componente de ruido que no corresponde a la señal transmitida 721.

La señal inalámbrica recibida 801 es entonces filtrada 1006 usando un filtro adaptado 805 que está adaptado a la respuesta de impulsos del filtro 716 de banda base. El procedimiento 1000 implica entonces la estimación 1008 de N retardos 904, siendo N cualquier entero positivo. Cada uno de los N retardos 904 corresponde a un componente diferente de trayectorias múltiples dentro de la señal inalámbrica recibida 801. A continuación, se lleva a cabo la separación 1010 de RP N veces en la salida 806 del filtro adaptado 805, una vez después de cada uno de los diferentes retardos 904 estimados en la etapa 1008. Se obtienen así N señales separadas 912.

Cada una de las N señales separadas 912 es correlacionada 1012 entonces con una señal 916 de referencia para obtener N estimaciones 918 de canal. Cada una de las N estimaciones 918 de canal corresponde a un componente diferente de trayectorias múltiples dentro de la señal recibida 801.

El procedimiento 1000 implica entonces el cálculo 1014 de una matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples y de una matriz 924 de covarianza de ruido. Tal como ha sido mencionado previamente, la matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples incluye información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes de la señal dentro de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. La matriz 924 de covarianza de ruido incluye información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes de ruido dentro de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples. Los N retardos 904, las N estimaciones 918 de canal y la señal 916 de referencia son usados para calcular la matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples y la matriz 924 de covarianza de ruido.

Tal como ha sido mencionado previamente, los componentes de trayectorias múltiples en la señal inalámbrica recibida 801 pueden interferirse entre sí. La matriz 922 de correlación de trayectorias múltiples y la matriz 924 de covarianza de ruido son usadas entonces para reducir 1016 los efectos de esta interferencia por trayectoria múltiple en las N estimaciones 918 de canal. Se obtienen así N estimaciones 810 de canal mejoradas. Las N estimaciones 810 de canal mejoradas puede usarse para un procesamiento ulterior 1018 y el procedimiento 1000 puede terminar entonces 1020.

Los expertos en la técnica entenderían que la información y las señales pueden representarse usando cualquiera de varias tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, datos, instrucciones, órdenes, información, señales, bits, símbolos y segmentos de código a los que se puede hacer referencia de principio a fin de la descripción que antecede pueden estar representados por tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

Los expertos en la técnica apreciarían además que diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo descritos en conexión con las realizaciones dadas a conocer en el presente documento pueden ser implementados como soporte físico electrónico, soporte lógico de ordenador o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta naturaleza intercambiable del soporte físico y el soporte lógico, diversos componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y etapas han sido descritos en lo que antecede en general en términos de su

funcionalidad. Que tal funcionalidad se implemente como soporte físico o soporte lógico depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas en el sistema en su conjunto. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de distintas maneras para cada aplicación particular, pero no debería interpretarse que tales decisiones de implementación causen un alejamiento del alcance de la presente invención.

5 Los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos y circuitos descritos en conexión con las realizaciones dadas a conocer en el presente documento pueden ser implementados o realizaciones con un procesador de uso general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC), una matriz de puertas programables in situ (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, lógica de puertas discretas o de transistor, componentes discretos de soporte físico o cualquier combinación de los mismos diseñada para llevar a
10 cabo las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador, pero, de manera alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estado convencionales. Un procesador también puede ser implementado como una combinación de dispositivos informáticos; por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunción con un núcleo de DSP o cualquier
15 otra configuración de ese tipo. Las etapas de un procedimiento o un algoritmo descritos en conexión con las realizaciones dadas a conocer en el presente documento pueden ser implementadas directamente en soporte físico, en un módulo de soporte lógico ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de soporte lógico puede residir en memoria RAM, en memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio de
20 almacenamiento conocida en la técnica. Un medio ejemplar de almacenamiento está acoplado con el procesador de tal modo que el procesador pueda leer información del medio de almacenamiento y escribir información en el mismo. De manera alternativo, el medio de almacenamiento puede ser integral con el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Los procedimientos dados a conocer en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento
25 descrito. Las etapas y/o las acciones del procedimiento puede intercambiarse entre sí sin apartarse del alcance de la presente invención. En otras palabras, a no ser que se requiera un orden específico de las etapas o las acciones para la debida operación de la realización, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas pueden ser modificados sin apartarse del alcance de la presente invención según es definida por las reivindicaciones adjuntas. se proporciona la anterior descripción de las realizaciones dadas a conocer para permitir que cualquier persona
30 experta en la técnica realice o use la presente invención. Diversas modificaciones a estas realizaciones serán inmediatamente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento puede ser aplicados a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención. 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 las características novedosas dados a conocer
35 en el presente documento tal como están definidos por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (1000) para realizar una estimación de canal en un sistema (100) de comunicaciones inalámbricas que comprende:
 - 5 recibir (1004) una señal inalámbrica (801) que comprende una pluralidad de componentes de trayectorias múltiples;
 - obtener N estimaciones (918) de canal, siendo N cualquier entero positivo mayor que uno, correspondiendo cada estimación de canal de las N estimaciones de canal a un componente diferente de trayectorias múltiples de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples; y
 - 10 calcular (1014) una matriz (922) de correlación de trayectorias múltiples que comprende información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes de la señal dentro de los N componentes de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples; **caracterizado por:**
 - calcular (1014) una matriz (924) de covarianza de ruido que comprende información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes del ruido dentro de los N componentes de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples; y
 - 15 reducir (1016) los efectos de la interferencia entre la pluralidad de componente de trayectorias múltiples sobre las N estimaciones de canal usando la matriz (922) de correlación de trayectorias múltiples y la matriz (924) de covarianza de ruido.

2. El procedimiento definido en la reivindicación 1 en el que la obtención de las N estimaciones de canal, además, comprende:
 - 20 filtrar (1006) la señal inalámbrica recibida (801) usando un filtro adaptado (805) que está adaptado a la respuesta de impulsos de un filtro (716) de banda base;
 - estimar (1008) N retardos (904), correspondiendo cada uno de los N retardos a un componente diferente de trayectorias múltiples de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples; y
 - 25 realizar (1010) una separación de RP en la salida (806) del filtro adaptado (805) N veces, una vez después de cada uno de los N retardos (904), obteniendo con ello las N señales separadas (912); y
 - correlacionar cada una de las N señales separadas con una señal de referencia para obtener N estimaciones de canal, correspondiendo cada una de las N estimaciones de canal a un componente diferente de trayectorias múltiples de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples.

3. El procedimiento definido en la reivindicación 2 en el que se usan los N retardos (904), las N estimaciones (918) de canal y la señal (916) de referencia para calcular la matriz (922) de correlación de trayectorias múltiples y la matriz (924) de covarianza de ruido.

4. El procedimiento definido en la reivindicación 1 en el que el sistema (100) de comunicaciones inalámbricas utiliza técnicas de acceso múltiple por división de código.

5. El procedimiento definido en la reivindicación 4 en el que cada componente de trayectorias múltiples dentro de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples comprende una pluralidad de segmentos de código, teniendo cada segmento de código una duración de segmento y en el que al menos algunos de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples están separados entre sí en menos de la duración de segmento.

6. El procedimiento definido en la reivindicación 1 en el que el procedimiento es implementado por una estación móvil.

7. El procedimiento definido en la reivindicación 1 en el que el procedimiento es implementado por una estación base.

8. Un aparato para su uso en un sistema de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el aparato:
 - 45 medios (802, 804) para recibir una señal inalámbrica (801) que comprende una pluralidad de componentes de trayectorias múltiples;
 - medios (808, 908) para obtener N estimaciones (918) de canal, siendo N cualquier entero positivo mayor que uno, correspondiendo cada estimación de canal de las N estimaciones de canal a un componente diferente de trayectorias múltiples de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples;

medios (1014) para calcular una matriz (922) de correlación de trayectorias múltiples que comprende información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes de la señal dentro de los N componentes de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples; **caracterizado por:**

5 medios para calcular una matriz (924) de covarianza de ruido que comprende información sobre cómo se correlacionan entre sí los componentes del ruido dentro de los N componentes de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples; y

medios (926) para reducir los efectos de la interferencia entre la pluralidad de componente de trayectorias múltiples sobre las N estimaciones de canal usando la matriz (922) de correlación de trayectorias múltiples y la matriz (924) de covarianza de ruido.

10 **9.** El aparato definido en la reivindicación 8 en el que el sistema de comunicaciones inalámbricas utiliza técnicas de acceso múltiple por división de código.

15 **10.** El aparato definido en la reivindicación 9 en el que cada componente de trayectorias múltiples dentro de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples comprende una pluralidad de segmentos de código, teniendo cada segmento de código una duración de segmento y en el que al menos algunos de la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples están separados entre sí en menos de la duración de segmento.

11. El aparato definido en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10 en el que el aparato es una estación móvil.

12. El aparato definido en la reivindicación 8 en el que el aparato es una estación móvil para su uso en un sistema de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo además la estación móvil:

20 al menos una antena (804) para recibir la señal inalámbrica que comprende la pluralidad de componentes de trayectorias múltiples;

un receptor (802) en comunicación electrónica con al menos una antena (804).

25 **13.** Un medio de almacenamiento legible por un procesador, estando codificado el medio de almacenamiento con un programa de ordenador, comprendiendo el programa de ordenador instrucciones ejecutables para realizar un procedimiento para llevar a cabo una estimación de canal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

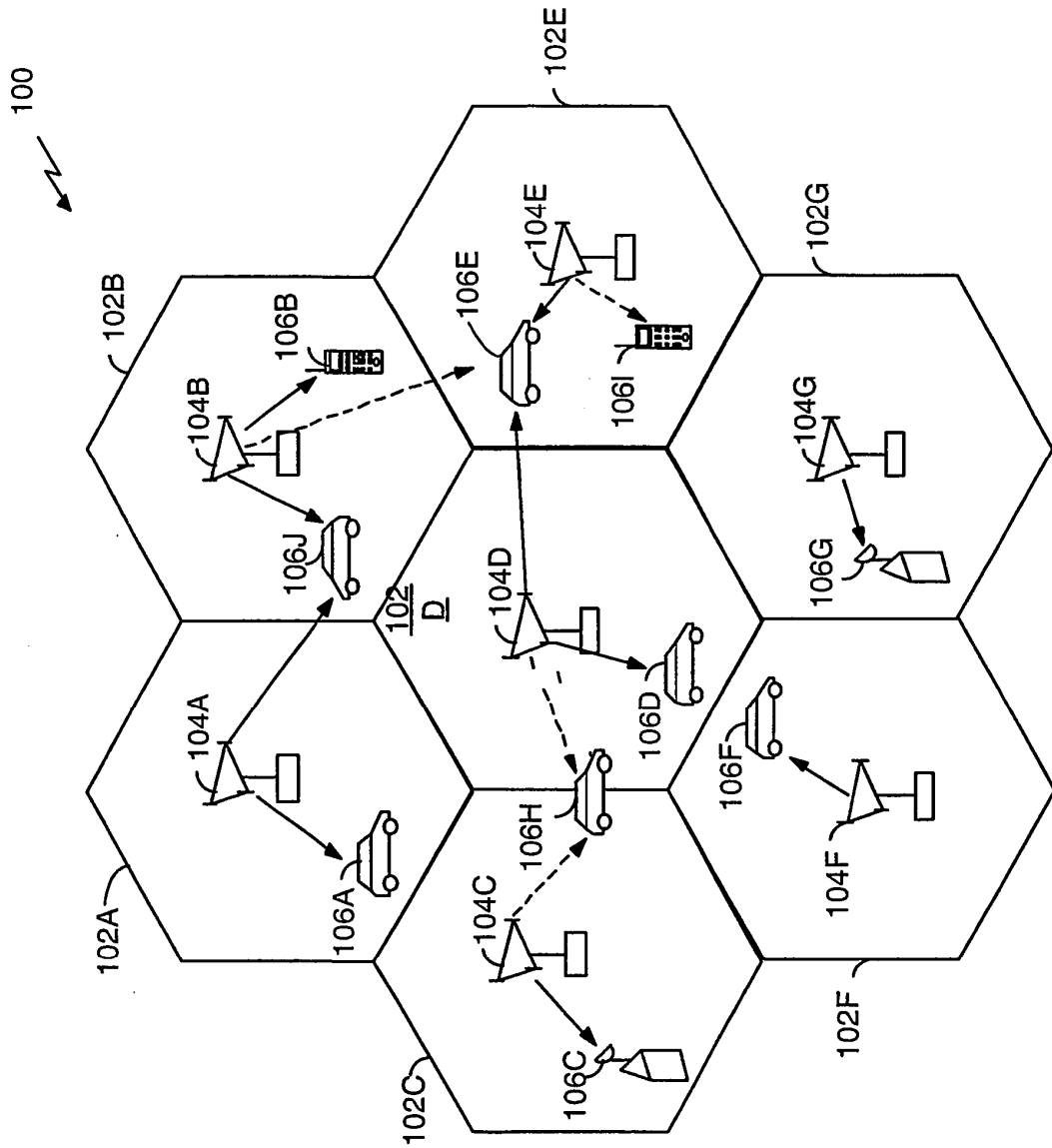


FIG. 1

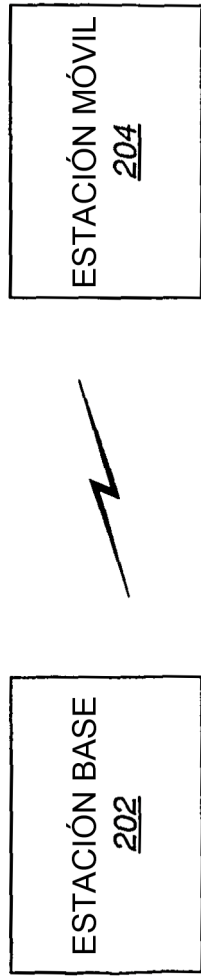


FIG. 2

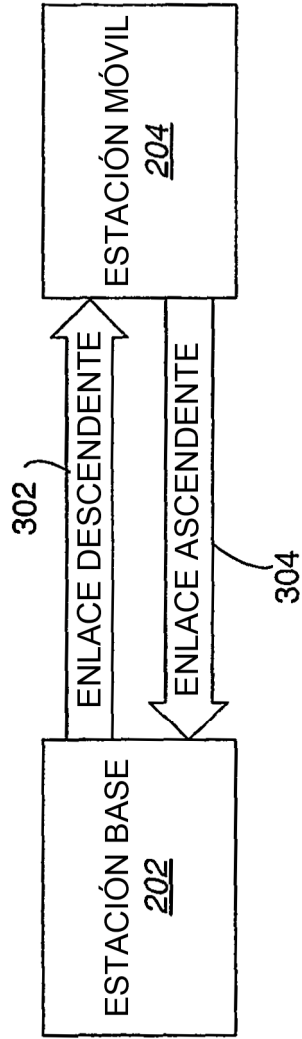


FIG. 3

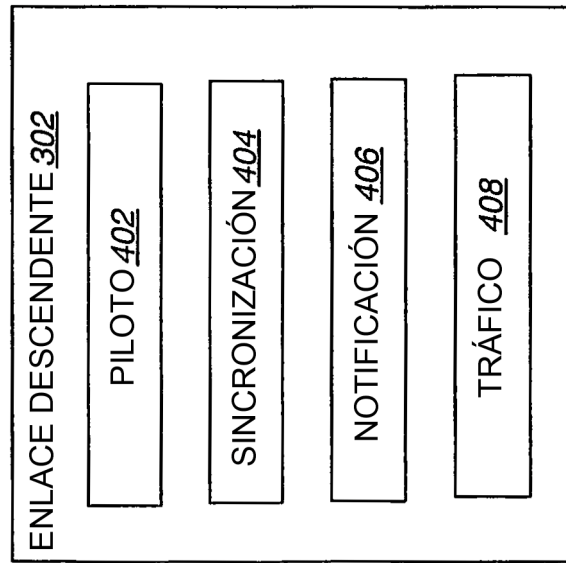


FIG. 4

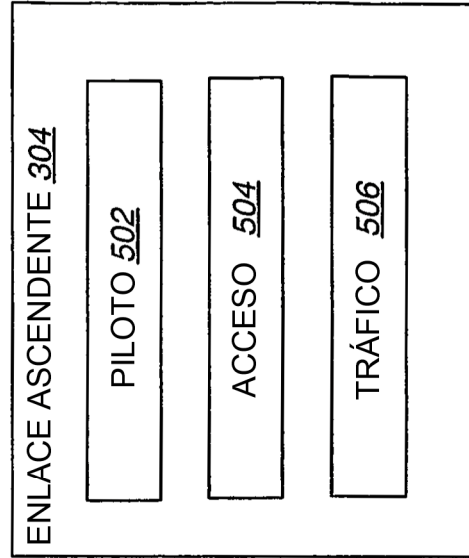


FIG. 5

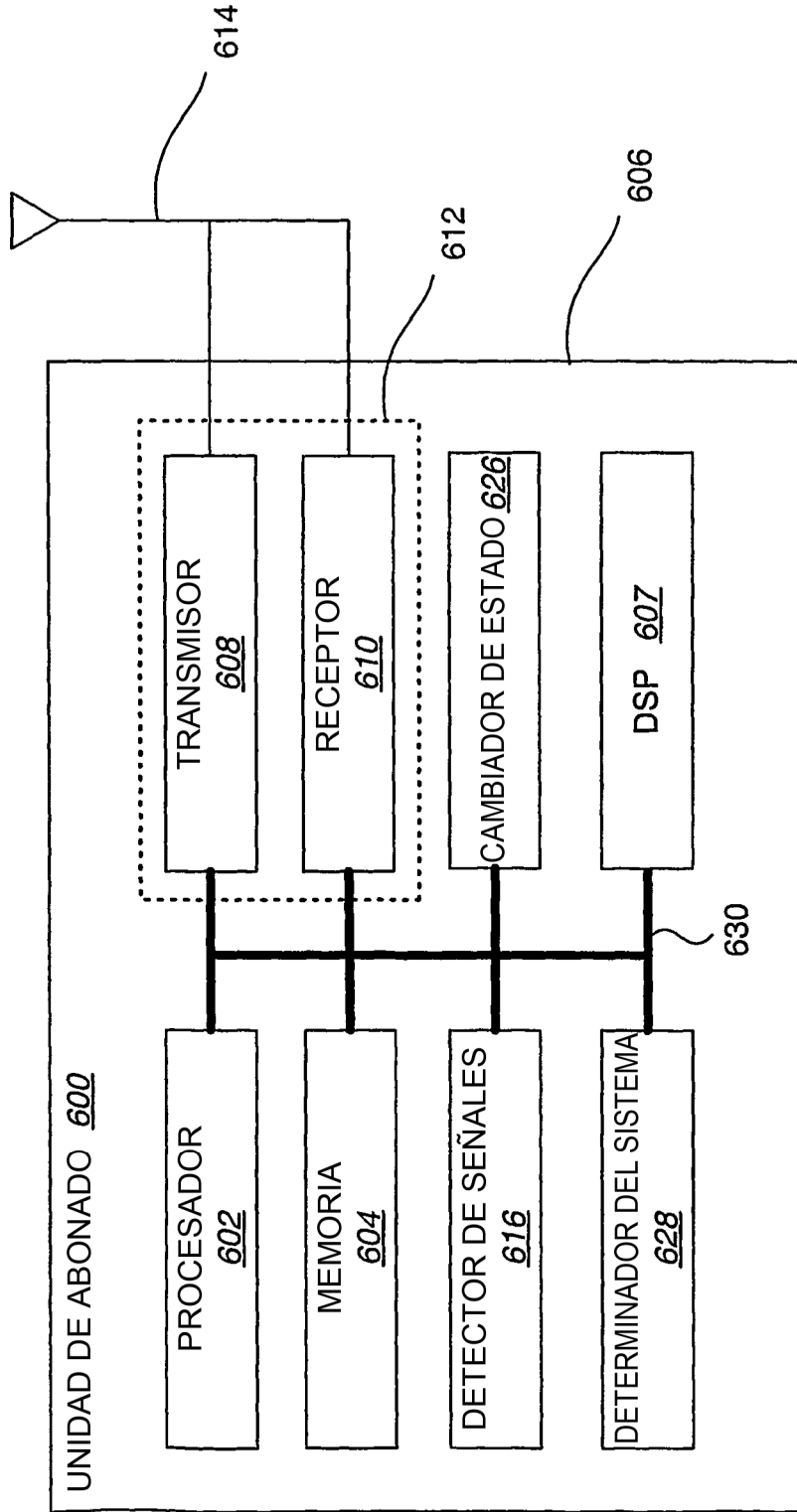


FIG. 6

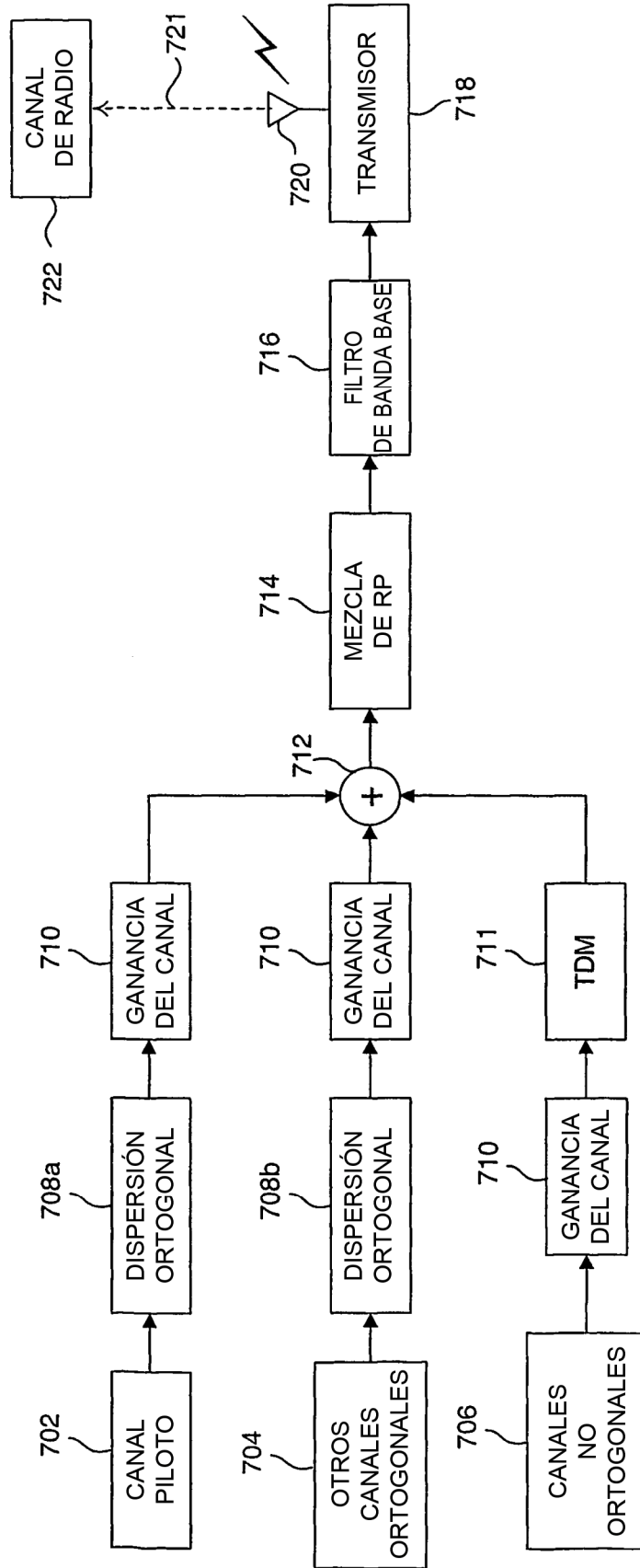


FIG. 7

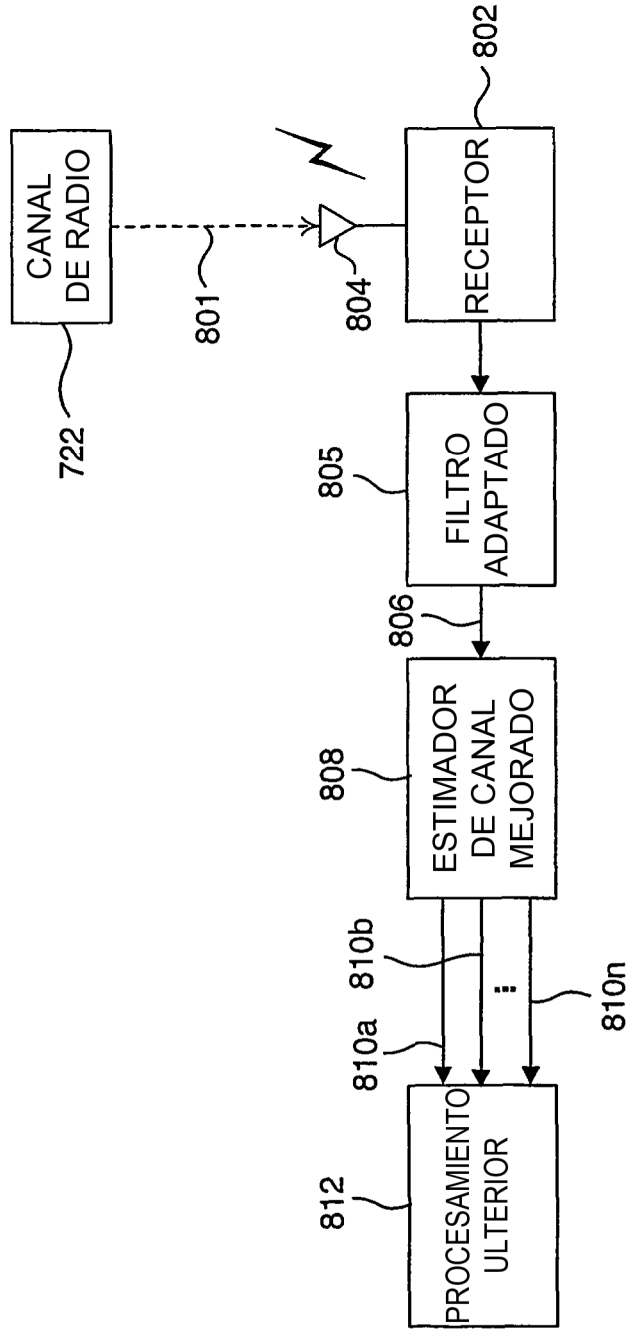


FIG. 8

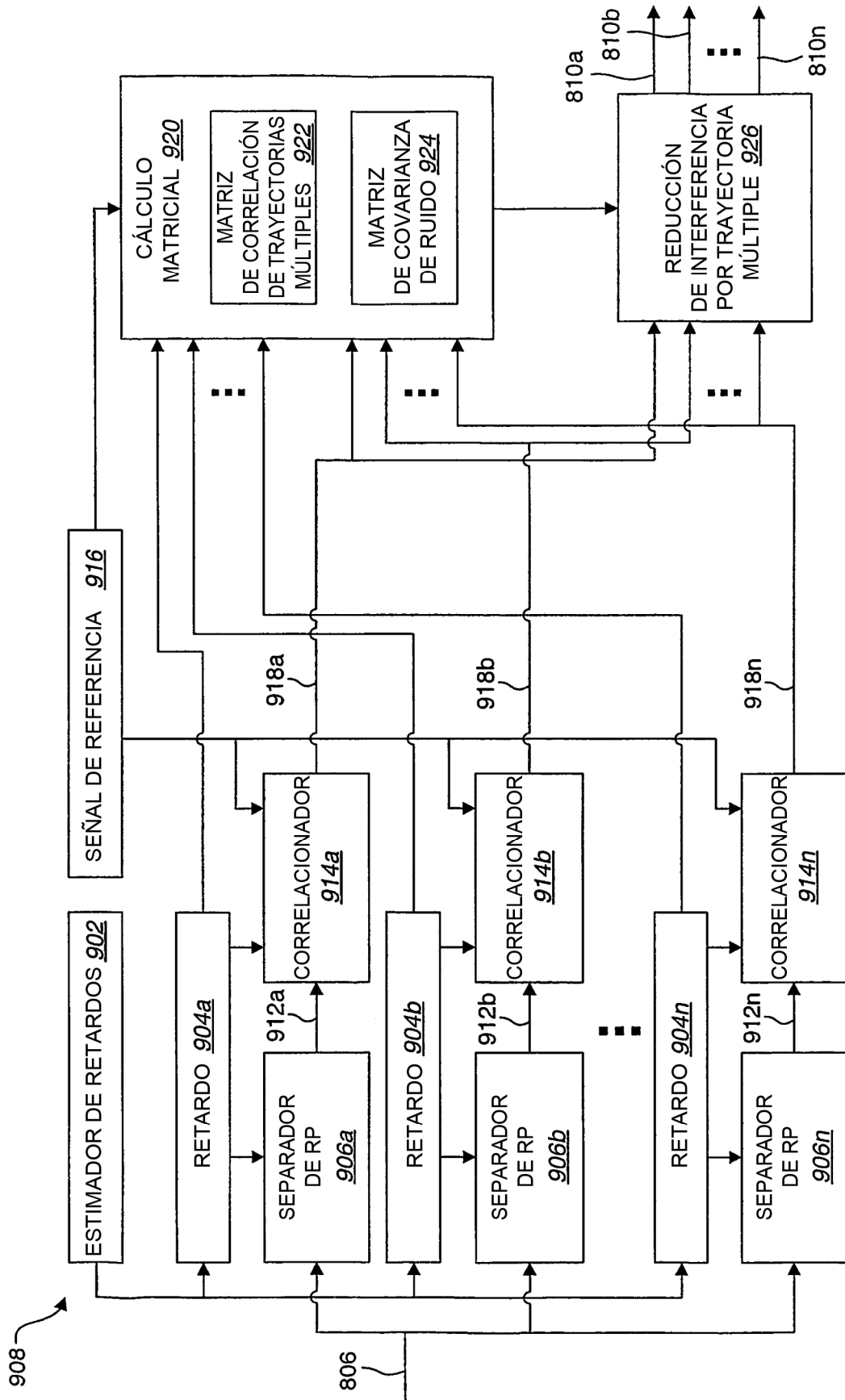


FIG. 9

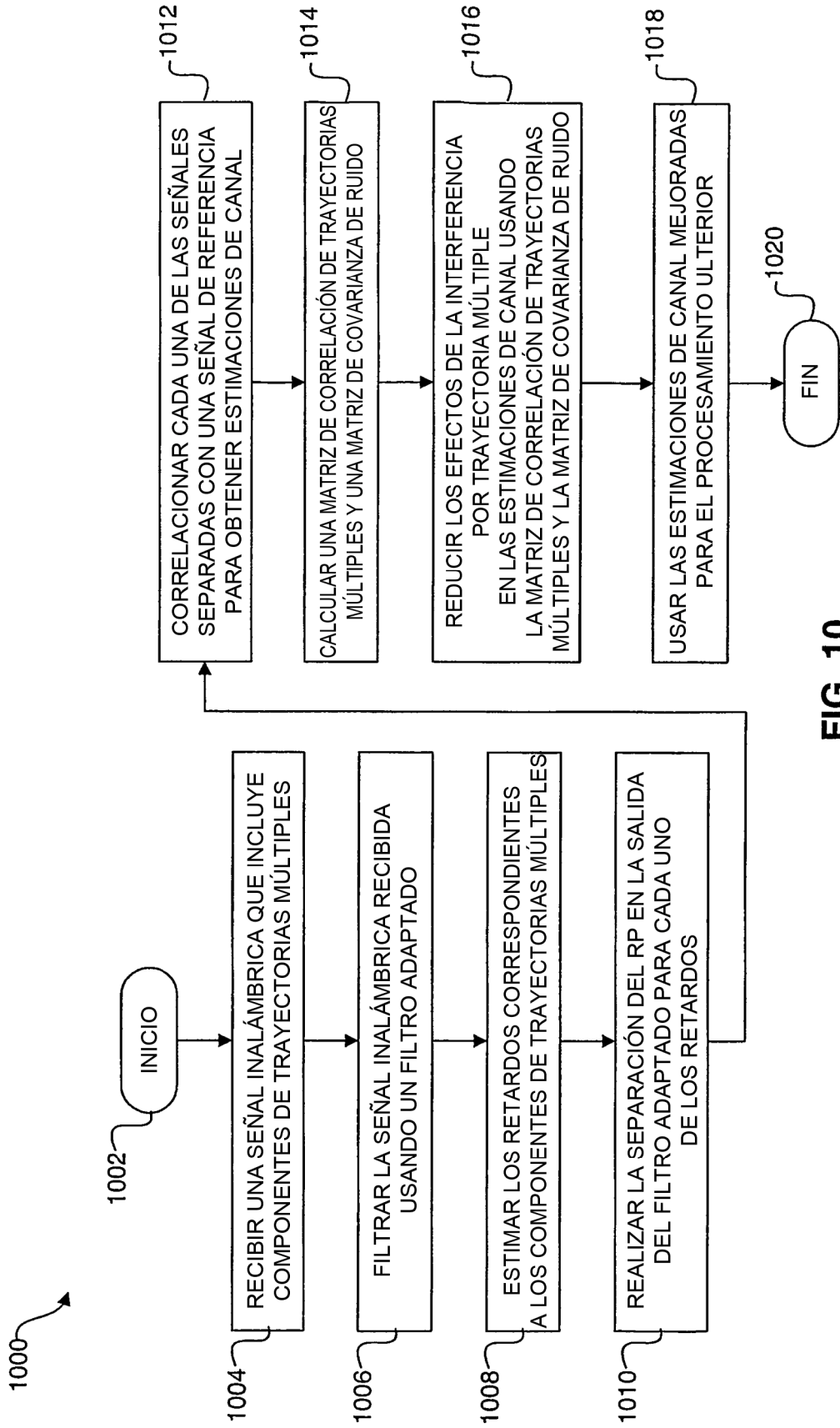


FIG. 10