



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 161**

51 Int. Cl.:  
**H04L 1/06** (2006.01)  
**H04L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07757236 .0**  
96 Fecha de presentación : **20.02.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1989809**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.11.2008**

54 Título: **Diseño de un canal de realimentación para sistemas de comunicación de múltiples entradas, múltiples salidas.**

30 Prioridad: **21.02.2006 US 775443 P**  
**21.02.2006 US 775693 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.04.2011**

73 Titular/es: **QUALCOMM Incorporated**  
**Attn: International Ip Administration**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, California 92121, US**

72 Inventor/es: **Attar, Rashid Ahmed Akbar;**  
**Bhushan, Naga;**  
**Fan, Mingxi y**  
**Wei, Yongbin**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 357 161 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

## ANTECEDENTES

## Campo

5 La presente invención se refiere, en general, a las telecomunicaciones y, más específicamente, la invención se refiere a sistemas de comunicación celular de múltiples entradas, múltiples salidas (MMO).

## Antecedentes

10 Se espera que un sistema de comunicación moderno proporcione transmisión de datos fiable para una variedad de aplicaciones, tales como aplicaciones de voz y datos. En un contexto de comunicaciones punto a multipunto, los sistemas de comunicación conocidos se basan en esquemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de código (CDMA), y quizá otros esquemas de comunicación de acceso múltiple.

15 Un sistema CDMA puede diseñarse para soportar una o más normas CDMA, tales como (1) "TIA/EIA-95 Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System" (puede hacerse referencia a esta norma con sus revisiones mejoradas A y B como la "norma IS-95"), (2) "TIA/EIA-98-C Recommended Minimum Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Mobile Station" (la "norma IS-98"), (3) la norma patrocinada por un consorcio denominado "Proyecto de Asociación de 3ª Generación" (3GPP) y materializada en un conjunto de documentos conocidos como la "norma W-CDMA", (4) la norma patrocinada por un consorcio denominado "Proyecto 2 de Asociación de 3ª Generación" (3GPP2) y materializada en un conjunto de documentos entre los que se incluyen "TR-45.5 Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems", "C.S0005-A Upper Layer (Layer 3) Signaling Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems", y "TIA/EIA/IS-856 cdma2000 High Rate Packet Data Air Interface Specification" (recopilaciones de la "norma cdma2000"), (5) la norma 1xEV-DO (ocasionalmente denominada simplemente "DO") con sus revisiones 0/A/B y (6) otras normas.

25 Los sistemas de comunicación celular con optimización de datos o "DO" se han desarrollado para satisfacer la demanda constantemente en aumento de servicios de datos inalámbricos. Los sistemas con optimización de datos incluyen sistemas que operan bajo la norma 1xEV-DO mencionada anteriormente. Tal como indica su nombre, los sistemas DO están optimizados para la transmisión de datos (en oposición a la transmisión de voz), y en particular tales sistemas están optimizados para la transmisión de datos de enlace descendente. Los sistemas con optimización de datos no tienen por qué excluir transmisión de datos de enlace ascendente, o transmisión de voz en cualquiera de los sentidos. Obsérvese que la voz puede transmitirse también como datos, por ejemplo, en el caso de transmisiones de voz sobre protocolo de Internet (VoIP).

35 Un sistema MIMO emplea múltiples antenas de transmisión ( $N_T$ ) y múltiples antenas de recepción ( $N_R$ ) para la transmisión de datos. Un canal MIMO formado por las  $N_T$  antenas de transmisión y las  $N_R$  de recepción puede descomponerse en  $N_S$  canales independientes, que también se denominan canales espaciales, donde  $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ . Cada uno de los  $N_S$  canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema MIMO puede proporcionar un rendimiento mejorado (por ejemplo, mayor rendimiento global y/o mayor fiabilidad) si se usan las dimensiones adicionales creadas por las múltiples antenas de transmisión y de recepción.

40 Para un canal MIMO de rango completo, donde  $N_S = N_T \leq N_R$ , puede transmitirse un flujo de datos independiente desde cada una de las  $N_T$  antenas de transmisión. Los flujos de datos transmitidos pueden experimentar diferentes condiciones de canal (por ejemplo, diferentes efectos de desvanecimiento y multitrayectoria) y pueden alcanzar diferentes razones de señal a interferencia y ruido (SINR) para una cantidad dada de potencia de transmisión. Además, si se usa un procesamiento de cancelación de interferencia sucesiva en el receptor para recuperar los flujos de datos transmitidos, entonces pueden alcanzarse diferentes SINR para los flujos de datos dependiendo del orden específico en el que se recuperan los flujos de datos. Como consecuencia, pueden soportarse diferentes tasas de transmisión de datos por diferentes flujos de datos dependiendo de sus SINR alcanzados. Puesto que las condiciones de canal normalmente varían con el tiempo, la tasa de transmisión de datos soportada por cada flujo de datos también varía con el tiempo.

50 La publicación de patente estadounidense n.º 2005/111397 da a conocer un sistema de comunicación que incluye una pluralidad de terminales de acceso, y una red de acceso. La red de acceso selecciona un modo de transmisión de acceso múltiple a partir de una pluralidad de modos de transmisión de acceso múltiple, y difunde el modo de transmisión de acceso múltiple seleccionado a los terminales de acceso. El modo seleccionado puede incluir un modo en el que los datos se multiplexan por división de código durante el intervalo de tiempo, y modos en los que los datos se multiplexan por división de código durante una primera parte del intervalo de tiempo, y los datos también se multiplexan por división de tiempo o se multiplexan por división de frecuencia ortogonal durante una segunda parte del intervalo de tiempo.

55 El uso de técnicas de transmisión MIMO permite incrementar la eficacia espectral, una característica de rendimiento importante de los sistemas inalámbricos.

Por tanto, hay una necesidad en la técnica de procedimientos, aparatos y artículos de fabricación que permitan el uso de técnicas MIMO en sistemas inalámbricos, incluyendo sistemas inalámbricos celulares. Existe también una necesidad en la técnica de procedimientos, aparatos y artículos de fabricación que permitan el uso de técnicas MIMO al tiempo que se mantiene la retrocompatibilidad con terminales de acceso legados. Hay una necesidad adicional de procedimientos, aparatos y artículos de fabricación para adaptar sistemas con optimización de datos existentes tales como sistemas que operan conforme a la revisión 1xEV-DO 0, A, y B para una operación empleando técnicas MIMO.

## SUMARIO

Las realizaciones y variantes que se dan a conocer en el presente documento, tal como se exponen en las reivindicaciones adjuntas, abordan las necesidades anteriormente indicadas proporcionando procedimientos, aparatos y artículos de fabricación legibles por máquina para insertar información de realimentación específica MIMO de enlace directo en un enlace inverso, y para recibir esta información en una red de radio.

En una realización, se proporciona un procedimiento para enviar realimentación desde un terminal de acceso (AT) a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El procedimiento incluye las siguientes etapas: (1) determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT; (2) determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo; y (3) transmitir simultáneamente (i) la información de rango MIMO y la información de firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura de un enlace inverso.

En una realización, un terminal de acceso (AT) está configurado para comunicarse con una estación transceptora base (BTS) de una red de radio usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El terminal de acceso incluye: un receptor configurado para recibir transmisiones de enlace directo desde la BTS; un transmisor configurado para enviar transmisiones de enlace inverso a la BTS; una memoria que almacena un código de programa; y un controlador acoplado al receptor, al transmisor y a la memoria. El controlador está configurado para ejecutar el código de programa para hacer que el AT realice las etapas de (1) determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT (2) determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo, y (3) transmitir simultáneamente (i) la información de rango MIMO y la información de firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso.

En una realización, un medio legible por máquina tiene instrucciones incrustadas en el mismo. Cuando las instrucciones se ejecutan por al menos un procesador de un terminal de acceso (AT) para comunicarse con una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO), las instrucciones hacen que el AT realice las siguientes operaciones: (1) determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT; (2) determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo; y (3) transmitir simultáneamente: (i) la información de rango MIMO y la información de firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso.

En una realización, se proporciona un procedimiento para enviar realimentación desde un terminal de acceso (AT) a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO) El procedimiento incluye estas etapas: (1) determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT; (2) determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo; y (3) etapa para transmitir simultáneamente a la BTS la información de rango MIMO y la firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) en una componente en cuadratura del enlace inverso.

En una realización, se proporciona un procedimiento para recibir realimentación desde un terminal de acceso (AT) enviado a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El procedimiento incluye las siguientes etapas: (1) recibir simultáneamente (i) información de rango MIMO de un enlace directo entre la BTS y el AT e información de firma espacial MIMO del enlace directo en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para el enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso; y (2) configurar el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

En una realización, una estación transceptora base de una red de radio está configurada para comunicarse con un terminal de acceso (AT) usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). La estación transceptora base incluye un receptor configurado para recibir transmisiones desde el AT en un enlace inverso, un transmisor configurado para enviar transmisiones al AT en un enlace directo, una memoria que almacena código de programa, y un controlador acoplado al receptor, al transmisor y a la memoria. El controlador está configurado para ejecutar el código de programa para hacer que las estaciones transceptoras base realicen las etapas que incluyen: (1) recibir desde el AT

5

información de rango MIMO del enlace directo e información de firma espacial MIMO del enlace directo en una componente de señal en fase del enlace inverso, (2) recibir información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para el enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso, y (3) configurar la estación transceptora base para que transmita al AT en el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

10

En una realización, un medio legible por máquina incluye instrucciones incrustadas en el mismo. Cuando las instrucciones se ejecutan por al menos un procesador de una estación transceptora base (BTS) configurada para comunicarse con un terminal de acceso (AT) usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO), las instrucciones hacen que la BTS realice las operaciones que incluyen: (1) recibir simultáneamente (i) información de rango MIMO de un enlace directo entre la BTS y el AT e información de firma espacial MIMO del enlace directo en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para el enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso; y (2) configurar el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

15

20

En una realización, se proporciona un procedimiento para recibir realimentación desde un terminal de acceso (AT) enviada a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El procedimiento incluye las siguientes etapas: (1) etapa para recibir simultáneamente (i) información de rango MIMO de un enlace directo entre la BTS y el AT e información de firma espacial MIMO del enlace directo en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para el enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso; y (2) configurar el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

25

30

En una realización, se proporciona un procedimiento para enviar realimentación desde un terminal de acceso (AT) enviado a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El procedimiento incluye determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT, determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo, y transmitir simultáneamente (i) la información de firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) la información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso. Según el procedimiento, la información de rango MIMO está cubierta por una primera cubierta de Walsh de palabra de código, la información DRC está cubierta por una segunda cubierta de Walsh de palabra de código, y la segunda cubierta de Walsh de palabra de código es ortogonal a la primera cubierta de Walsh.

35

40

45

En una realización, un terminal de acceso (AT) está configurado para comunicarse con una estación transceptora base (BT) de una red de radio usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El terminal de acceso incluye un receptor configurado para recibir transmisiones de enlace directo desde la BTS, un transmisor configurado para enviar transmisiones de enlace inverso a la BTS, una memoria que almacena el código de programa, y un controlador acoplado al receptor, al transmisor, y a la memoria. El controlador está configurado para ejecutar el código de programa para hacer que el AT realice las etapas que incluyen: (1) determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT; (2) determinar información de firma espacial MIMO del primer enlace directo, y (3) transmitir simultáneamente (i) la información de firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) la información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso. Según el procedimiento, la información de rango MIMO está cubierta por una primera cubierta de Walsh de palabra de código, la información DRC está cubierta por una segunda cubierta de Walsh de palabra de código, y la segunda cubierta de Walsh de palabra de código es ortogonal a la primera cubierta de Walsh.

50

55

En una realización, un medio legible por máquina almacena instrucciones incrustadas en el mismo. Cuando las instrucciones se ejecutan por al menos un procesador de un terminal de acceso (AT) para comunicarse con una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el AT usando técnicas de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO), las instrucciones hacen que el AT realice las siguientes operaciones: (1) determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT; (2) determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo; y (3) transmitir simultáneamente: (i) la información de firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) la información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso; en el que la información de rango MIMO está cubierta por una primera cubierta de Walsh de palabra de código, la información DRC está cubierta por una segunda cubierta de Walsh de palabra de código, la segunda cubierta de Walsh de palabra de código es ortogonal a la primera cubierta de Walsh.

60

En una realización, se proporciona un procedimiento para enviar realimentación desde un terminal de acceso (AT) a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el AT usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El procedimiento incluye: (1) determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT; (2) determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo; y (3) etapa para transmitir simultáneamente a la BTS la información de firma espacial MIMO en una componente

5 de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) y la información de rango MIMO en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso. Según los procedimientos, la información de rango MIMO está cubierta por una primera cubierta de Walsh de palabra de código, la información DRC está cubierta por una segunda cubierta de Walsh de palabra de código, y la segunda cubierta de Walsh de palabra de código es ortogonal a la primera cubierta de Walsh.

10 En una realización, se proporciona un procedimiento para procesar realimentación enviada desde un terminal de acceso (AT) a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el AT usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas. El procedimiento incluye (1) recibir simultáneamente (i) información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) de un enlace directo entre la BTS y el AT en una componente de señal en cuadratura de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de firma espacial MIMO para el enlace directo en una componente de señal en fase del enlace inverso; y (2) configurar en enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

15 En una realización, una estación transceptora base de una red de radio está configurada para comunicarse con un terminal de acceso (AT) usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). La estación transceptora base incluye: un receptor configurado para recibir transmisiones desde el AT en un enlace inverso; un transmisor configurado para enviar transmisiones al AT en un enlace directo; una memoria que almacena el código de programa; y un controlador acoplado al receptor, al transmisor y a la memoria. EL controlador está configurado para ejecutar el código de programa para hacer que la estación transceptora base realice estas etapas: (1) recibir simultáneamente (i) información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) del enlace directo entre la BTS y el AT en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de firma espacial MIMO para el enlace directo en una componente de señal en fase del enlace inverso; y (2) configurar en enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

20 En una realización, un medio legible por máquina incluye instrucciones incrustadas en el mismo. Cuando las instrucciones se ejecutan al menos por un procesador de una estación transceptora base (BTS) configurada para comunicarse con un terminal de acceso (AT) usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas, las instrucciones hacen que la BTS realice las operaciones que incluyen: (1) recibir simultáneamente (i) información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) de un enlace directo entre la BTS y el AT en una componente de señal en cuadratura de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de firma espacial MIMO para el enlace directo en una componente de señal en fase del enlace inverso; y (2) configurar el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

25 En una realización, se proporciona un procedimiento para recibir realimentación enviada desde un terminal de acceso (AT) a una estación transceptora base (BTS) de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO). El procedimiento incluye las siguientes etapas: (1) etapa para recibir simultáneamente (1) la información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos (DRC) de un enlace directo entre la BTS y el AT en una componente de señal en cuadratura de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y (ii) información de firma espacial para el enlace directo en una componente de señal en fase del enlace inverso; y (2) configurar el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

30 Estas y otras realizaciones y aspectos de la presente invención se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción, dibujos y reivindicaciones adjuntas.

35 En una realización, la información de rango MIMO comprende un bit; la información de firma espacial MIMO comprende tres bits, la información DRC comprende cuatro bits; y la información de rango MIMO y la información de firma espacial MIMO se transmiten en la componente de señal en fase como un símbolo de cuatro bits.

40 En una realización adicional, el terminal de acceso está configurado para comunicarse con la red de radio usando una extensión de la norma de comunicación con optimización de datos.

45 En una realización alternativa, el controlador está configurado además para ejecutar el código de programa para hacer que el AT estime los canales físicos espaciales entre una pluralidad de antenas de transmisión de la BTS y una pluralidad de antenas de recepción del AT, para obtener una pluralidad de estimaciones del primer enlace directo, estando las pluralidades de antenas de transmisión y de recepción configuradas para la comunicación MIMO en el primer enlace directo; la etapa de determinar información de rango MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo; y la etapa de determinar información de firma espacial MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo.

50 En una configuración adicional, la red de radio está configurada para proporcionar servicios al AT y a al menos un terminal de acceso sin capacidad MIMO. Alternativamente, la red de radio puede configurarse para proporcionar servicios al AT y a al menos un terminal de acceso sin capacidad MIMO, estando el AT y el al menos otro terminal de acceso en el mismo sector. La red de radio puede ser una red de radio con optimización de datos. La red de radio puede configurarse para proporcionar servicios a terminales de acceso sin capacidad MIMO.

55 En una configuración adicional de la estación transceptora base, el controlador está configurado además para

5 ejecutar el código de programa para hacer que la estación transreptora base proporcione servicios a al menos un terminal de acceso sin capacidad MIMO. El controlador puede configurarse además para ejecutar el código de programa para hacer que la estación transreptora base proporcione servicios a al menos un terminal de acceso sin capacidad MIMO, estando el al menos un terminal de acceso sin capacidad MIMO en el mismo sector que el AT. Además la red de radio puede ser una red de radio con optimización de datos. La red de radio puede configurarse para proporcionar servicios a terminales de acceso sin capacidad MIMO. En una realización la información de rango MIMO comprende un bit; la información de firma espacial MIMO comprende tres bits; y la información DRC comprende cuatro bits.

10 Una realización preferida incluye etapas de estimación de canales físicos espaciales entre una pluralidad de antenas de transmisión de la BTS y una pluralidad de antenas de recepción del AT, estando las pluralidades de antenas de transmisión y de recepción configuradas para la comunicación MIMO en el primer enlace directo, proporcionando la etapa de estimación una pluralidad de estimaciones del primer enlace directo, en el que: la etapa de determinar información de rango MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo, y la etapa de determinar información de firma espacial MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo.

15 En una configuración adicional el terminal de acceso está configurado para comunicarse con la red de radio usando una extensión de una norma de comunicación con optimización de datos.

20 EL controlador puede además configurarse para ejecutar el código de programa para hacer que el AT estime los canales físicos entre una pluralidad de antenas de transmisión de la BTS y una pluralidad de antenas de recepción del AT, para obtener una pluralidad de estimaciones del primer enlace directo, estando las pluralidades de antenas de transmisión y de recepción configuradas para la comunicación MIMO en el primer enlace directo; la etapa de determinar información de rango MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo; y la etapa de determinar información de firma espacial MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

25 La figura 1 ilustra componentes seleccionados de un sistema de comunicación celular con optimización de datos CDMA configurado según unas realizaciones de la presente invención;

la figura 2 ilustra componentes seleccionados de un sistema de antena ejemplar de una estación transreptora base del sistema de la figura 1;

30 la figura 3 ilustra bloques seleccionados de una parte de un transmisor configurado para codificar y modular la firma espacial y la información de rango para su transmisión en un enlace inverso, según una realización de la presente invención;

la figura 4 ilustra bloques seleccionados de una parte de otro transmisor configurado para codificar y modular la firma espacial y la información de rango para su transmisión en un enlace inverso, según una realización de la presente invención;

35 la figura 5 ilustra las etapas seleccionadas o un proceso ejemplar realizado en un terminal de acceso configurado según la realización de la figura 3;

la figura 6 ilustra etapas seleccionadas de un proceso ejemplar realizado en un terminal de acceso configurado según la realización de la figura 4;

40 la figura 7 ilustra bloques seleccionados de una estación transreptora base para un diseño de múltiples entradas, múltiples salidas de múltiples palabra de código;

la figura 8 ilustra bloques seleccionados de una estación transreptora base para un diseño de múltiples entradas, múltiples salidas de una única palabra de código con precodificación y multiplexación por división de frecuencia ortogonal;

la figura 9 ilustra una estructura de ranura con optimización de datos (DO) CDM;

45 la figura 10 ilustra una estructura de ranura de una única portadora que puede soportar multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en un sistema DO;

la figura 11 ilustra una estructura 400 de ranura multiportadora que puede soportar OFDM en un sistema DO;

las figuras 12A-12D ilustran un esquema de transmisión piloto ejemplar para un sistema OFDM multiantena; y

50 la figura 13 ilustra bloques seleccionados de un transmisor de cuarta antenas con OFDM y reutilización de la arquitectura DO actual.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA**

5 En este documento, las palabras “realización”, “variante”, y expresiones similares se usan para referirse a un aparato, proceso, o artículo de fabricación particular, y no necesariamente al mismo aparato, proceso, o artículo de fabricación. De esta manera, “una realización” (o una expresión similar) usada en un lugar o contexto puede referirse a un aparato, proceso, o artículo de fabricación particular; la misma expresión o una similar en un lugar diferente puede referirse a un aparato, proceso, o artículo de fabricación diferente. La expresión “realización alternativa” y frases similares se usan para indicar una de varias posibles realizaciones diferentes. El número de posibles realizaciones no está necesariamente limitado a dos ni a ninguna otra cantidad.

10 La palabra “ejemplar” se usa en el presente documento con el significado “que sirve como un ejemplo, instancia, o ilustración”. Cualquier realización o variante descrita en el presente documento como “ejemplar” no ha de interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones o variantes. Todas las realizaciones y variantes descritas en esta descripción son realizaciones y variantes ejemplares proporcionadas para permitir que los expertos en la técnica lleven a cabo o usen la invención, y no para limitar el alcance de la protección legal proporcionada por la invención.

15 La palabra “tráfico” generalmente se refiere a carga útil o tráfico de usuario, tal como datos distintos de información de control de interfaz aérea y pilotos. Para el enlace inverso, el tráfico de datos se genera generalmente por una aplicación tal como un codificador de voz de una aplicación VoIP.

Un “enlace” (por ejemplo, un enlace directo o inverso) puede ser una capa MIMO u otro tipo de canal MIMO, como se entenderá mejor después de leer este documento y revisar las figuras.

20 Una terminal de acceso, también denominado AT, estación de abonado, equipo de usuario, UE, terminales móviles, o MT, puede ser móvil o estacionario, y puede comunicarse con una o más estaciones transceptoras base. Un terminal de acceso puede ser cualquiera de varios tipos de dispositivos, que incluyen pero no se limitan a una tarjeta PC, módem externo o interno, teléfono inalámbrico, y asistente digital personal (PDA) con capacidad de comunicación inalámbrica. Un terminal de acceso transmite y recibe paquetes de datos hacia o desde un controlador de red de radio a través de una o más estaciones transceptoras base.

25 Las estaciones transceptoras bases y los controladores de estaciones base forman parte de una red denominada red de radio, RN, red de acceso, o AN. Una red de radio puede ser una UTRAN o red de acceso por radio terrestre UMTS. La red de radio puede transportar paquetes de voz y datos entre múltiples terminales de acceso. La red de radio puede conectarse además a redes adicionales fuera de la red de radio, tal como una intranet corporativa, Internet, una red telefónica pública conmutada convencional (PSTN), u otra red de radio, y puede transportar paquetes de voz y datos entre cada terminal de acceso y tales redes externas. Dependiendo de convenciones y de implementaciones específicas, una estación transceptora base puede denominarse con otros nombres, incluyendo Nodo B, sistema de estación base, BBS, y simplemente estación base. De manera similar, un controlador de estación base puede denominarse con otros nombres, incluyendo controlador de red de radio, RNC, centro de conmutación móvil, o nodo de soporte GPRS de servicio.

30 El alcance de la invención se extiende a estos componentes de sistemas de comunicación inalámbrica y similares.

35 La figura 1 ilustra componentes seleccionados de una red 101 de radio de comunicación inalámbrica configurada para operar según varias realizaciones y variantes descritas en el presente documento. La red 101 puede incluir un controlador 110 de red de radio (o varios dispositivos de este tipo) acoplado a una o más estaciones 120 transceptoras base, cada una con uno o más sectores. Las estaciones 120 transceptoras base reciben señales de comunicación inalámbrica de enlace inverso desde, y transmiten señales de comunicación inalámbrica de enlace directo hacia, uno o más terminales 130 de acceso. Cada estación 120 transceptora base puede incluir una cadena de transmisor y una cadena de receptor, incluyendo cada cadena una pluralidad de componentes asociados con la transmisión y la recepción de señales, respectivamente, tales como procesadores, moduladores, multiplexores, demoduladores, demultiplexores, codificadores, decodificadores, entrelazadores, desentrelazadores y antenas.

40 Las estaciones 120 transceptoras base se comunican con terminales 130A, 130B, 130C, y 130D de acceso a través de conexiones 140 inalámbricas. El controlador 110 de red de radio está acoplado a una red 150 telefónica pública conmutada a través de un conmutador 160 telefónico, y a una red 170 de conmutación por paquetes a través de un nodo 180 servidor de datos por paquetes (PSDN). El intercambio de datos entre varios elementos de la red tales como el controlador 1.1.0 de red de radio y el nodo 180 servidor de datos por paquetes, puede implementarse usando cualquier número de protocolos, por ejemplo, el protocolo de Internet (IP), un protocolo de modo de transferencia asíncrona (ATM), T1, E1, retransmisión de tramas, y otros protocolos.

45 En la realización ilustrada, la red 101 de radio es una red de radio CDMA celular con optimización de datos, por ejemplo, una red de radio 1xEV-DO 0/A/B. La red 101 de radio proporciona tanto servicios de comunicación de datos como servicios telefónicos celulares (voz) a los terminales 130 de acceso. En realizaciones alternativas, la red de radio puede proporcionar solamente servicios de datos (incluyendo VoIP) y comunicaciones de voz basadas en datos empaquetados similares.

Múltiples o incluso todos los terminales 130 de acceso pueden estar en la misma célula o sitio, o cada terminal 130 de acceso puede estar en una célula o sitio separado.

Un terminal 130 de acceso típico incluye circuitos 131 de receptor, circuitos 132 de transmisor, codificador 133, decodificador 134, ecualizador 135, procesador 136, y dispositivo 137 de memoria. Los circuitos 131 de receptor pueden incluir múltiples elementos receptores y cadenas de receptor, para permitir la recepción simultánea de señales a través de dos o más antenas. De manera similar, los circuitos 132 de transmisor pueden incluir dos o más elementos y cadenas de transmisor, para permitir la transmisión simultánea desde dos o más antenas. Las antenas usadas para transmitir y recibir pueden ser la misma o diferentes antenas. El receptor, el transmisor, el codificador, el decodificador y el ecualizador están configurados por el procesador que ejecuta el código de programa almacenado en el dispositivo de memoria. Cada terminal 130 de acceso está configurado para comunicar datos usando al menos un protocolo de transmisión, tal como los protocolos de transmisión inalámbrica por paquetes descritos en las normas mencionadas anteriormente, incluyendo 1xEV-DO con sus revisiones. En variantes, al menos uno de los terminales 130 de acceso está además configurado para emplear técnicas MIMO descritas a lo largo de todo este documento en el proceso de comunicación con las estaciones 120 transceptoras base.

Cada una de las estaciones 120 transceptoras base incluye uno o más receptores inalámbricos (por ejemplo, los receptores 121 de la BTS 120A), uno o más transmisores inalámbricos (por ejemplo, los transmisores 122 de la BTS 120A), una interfaz de controlador de red de radio (por ejemplo, la interfaz 123), una memoria (por ejemplo, la memoria 124), un procesador (por ejemplo, el procesador 125), y circuitos de codificador/decodificador (por ejemplo, los circuitos 126 de codificador/decodificador). Como en el caso de los terminales 130 de acceso, los receptores de la BTS pueden incluir múltiples elementos y cadenas de receptor, y los transmisores de la BTS pueden incluir múltiples elementos y cadenas de transmisor, permitiendo de esta manera la transmisión y la recepción a través de múltiples antenas de la BTS 120. Los receptores, los transmisores y otros componentes de cada estación transceptora base están configurados por el procesador de la estación que opera bajo el control del código de programa almacenado en la memoria de la BTS, para establecer enlaces directo e inverso con los terminales 130 de acceso, con el fin de enviar paquetes hacia y recibir paquetes desde los terminales 130 de acceso. En el caso de servicios de datos, por ejemplo, las estaciones 120 transceptoras base pueden recibir paquetes de datos de enlace directo desde la red 170 de conmutación por paquetes a través del nodo 180 servidor de datos por paquetes y a través del controlador 110 de red de radio, y transmitir estos paquetes a los terminales 130 de acceso. Las estaciones 120 transceptoras base pueden recibir paquetes de datos de enlace inverso que se originan en los terminales 130 de acceso, y reenviar estos paquetes a la red 170 de conmutación por paquete a través del controlador 110 de red de radio y el nodo 180 servidor de datos por paquetes. En el caso de servicios telefónicos (voz), las estaciones 120 transceptoras base pueden recibir paquetes de datos de enlace directo desde la red 150 telefónica a través del conmutador 160 telefónico y a través del controlador 110 de red de radio, y transmitir estos paquetes a los terminales de acceso 130. Los paquetes de voz que se originan en los terminales 130 de acceso pueden recibirse en las estaciones 120 transceptoras base y reenviarse a la red 150 telefónica a través del controlador 110 de red de radio y el conmutador 160 telefónico.

En algunas realizaciones, los transmisores, receptores, y otros componentes de cada BTS pueden cada uno tener procesadores separados.

El controlador 110 de red de radio incluye una interfaz 111 con las estaciones 120 transceptoras base, una interfaz 112 con el nodo 180 servidor de datos por paquetes, y una interfaz 113 con el conmutador 160 telefónico. Las interfaces 111, 112 y 113 operan bajo el control de uno o más procesadores 114 que ejecutan el código de programa almacenado en uno o más dispositivos 115 de memoria.

Un experto en la técnica reconocerá, después de examinar este documento, que no es necesario que las realizaciones alternativas según aspectos de la invención se limiten a ningún número particular de redes telefónicas públicas conmutadas, redes de conmutación por paquetes, controladores de estación base, estaciones transceptoras base, terminales de acceso, u otros componentes de red. Por ejemplo, en algunas realizaciones puede incluirse un número menor o mayor de estaciones transceptoras base, controladores de red de radio y terminales de acceso. Además, la red 101 de radio puede conectar los terminales 130 de acceso a una o más redes de comunicación adicionales, por ejemplo, una segunda red de comunicación inalámbrica con varios terminales de acceso inalámbrico.

En algunas variantes, la red 101 de radio puede emplear multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), que divide de manera eficaz la banda de frecuencia operativa en un número de subcanales de frecuencia ( $N_T$ ) (es decir, intervalos de frecuencia). Durante cada ranura de tiempo (que es un intervalo de tiempo particular que puede ser dependiente del ancho de banda del subcanal de frecuencia), un símbolo de modulación puede transmitirse en cada uno de los  $N_F$  subcanales de frecuencia. La operación OFDM no es un requisito de la invención.

En variantes, la red de radio y uno o más terminales de acceso están configurados para emplear técnicas MIMO descritas a lo largo de todo este documento en el proceso de comunicación entre sí.

La figura 2 ilustra componentes seleccionados de un sistema 200 de antena ejemplar de una o más estaciones 120 transceptoras base de la red de radio de la figura 1. El sistema 200 de antena tiene tres grupos de antenas. El primer grupo de antenas incluye las antenas 205 y 210, un segundo grupo de antenas incluye las antenas 215 y 220, y un tercer grupo de antenas incluye las antenas 225 y 230. Solamente se muestran dos antenas por cada grupo de

antenas, sin embargo, tal como reconocerá un experto en la técnica después de examinar este documento, puede incluirse un número de antenas diferente en cada grupo de antenas. Adicionalmente puede estar presente un número de grupos de antenas diferente. Como se muestra en la figura 2, el terminal 130A de acceso está en comunicación con las antenas 225 y 230 sobre un enlace 255 directo y un enlace 260 inverso; el terminal 130B de acceso está en comunicación con las antenas 205 y 210 sobre un enlace 265 directo y un enlace 270 inverso. Los enlaces 255 y 260 forman parte de una de las conexiones 140 inalámbricas de la figura 1, por ejemplo, 140A; los enlaces 265 y 270 forman parte de otra conexión inalámbrica de la figura 1, por ejemplo, 140B.

Cada grupo de antenas y/o el área a la que el grupo está designado para comunicarse con los terminales 130 de acceso puede denominarse un "sector" de la estación 120 transceptora base correspondiente. En la comunicación sobre los enlaces 255 y 265 directos, las antenas de transmisión de la estación 120 transceptora base pueden usar, por ejemplo, técnicas de conformación de haz con el fin de mejorar la razón de señal a ruido de los enlaces directos para los diferentes terminales 130 de acceso. Adicionalmente, una estación transceptora base que usa la conformación de haz para transmitir a los terminales de acceso diseminados aleatoriamente a través de toda su área de cobertura provoca menos interferencia a dispositivos móviles en células y sectores vecinos que una estación transceptora base que transmita a través de una única antena a todos los terminales de acceso en su área de cobertura. Debe observarse, sin embargo, que las comunicaciones MIMO según algunas variantes no están limitadas a las técnicas de conformación de haz.

En comunicaciones MIMO, una "firma espacial" para un receptor viene dada por un vector de respuesta de canal (para cada banda de frecuencia) entre las  $N_T$  antenas de transmisión y cada una de las  $N_R$  antenas de recepción en el receptor particular. (Debe entenderse que un terminal 130 de acceso puede ser un receptor o un transmisor, dependiendo de la dirección de la comunicación; de manera similar, una estación transceptora base también puede ser un receptor o un transmisor). En otras palabras, una firma espacial es una caracterización de frecuencia de radio de las trayectorias de propagación entre las antenas de transmisión y de recepción. Un "rango" es el número de modos propios en el canal con energía distinta de cero. El rango determina cuántas señales o flujos de datos pueden enviarse realmente desde un transmisor de sistema MIMO y separarse en un receptor de sistema MIMO. La conformación de haz es un caso especial en el que el rango es igual a uno.

Para las transmisiones de enlace directo, los terminales 130 de acceso pueden estimar los diversos canales físicos espaciales, derivar firmas espaciales y rangos a partir de las estimaciones de canales, y notificar las firmas espaciales y rangos a la estación 120 transceptora base a través de canales de control existentes en los enlaces inversos. La estación 120 transceptora base puede entonces procesar las firmas espaciales y rangos recibidos desde los terminales 130 de acceso para seleccionar terminales 130 de acceso para transmisión de datos, y para derivar vectores de dirección mutuamente ortogonales para cada uno de los flujos de datos independientes que van a transmitirse a los terminales seleccionados. Adicionalmente, en el enlace inverso la estación 120 transceptora base puede derivar las firmas espaciales de los diferentes terminales 130 de acceso, procesar estas firmas para planificar terminales para la transmisión de datos, y además procesar las transmisiones desde los terminales 130 de acceso planificados para demodular por separado cada transmisión.

Se necesita un modo de notificar la firma espacial y el rango desde los terminales 130 de acceso a las estaciones 120 transceptoras base. Este documento describe una estructura que incorpora, en un sistema DO existente, soporte para la notificación de información de firma espacial y rango de enlace directo en el enlace inverso. En particular, este documento describe mejoras de sistemas 1xEV-DO existentes que permiten que los terminales de acceso proporcionen componentes de firma espacial y rango MIMO en el enlace inverso, al tiempo que se mantiene la compatibilidad con terminales de acceso 1xEV-DO legados. En estos sistemas, los mecanismos de realimentación de enlace inverso 1xEV-DO se usan para transmitir las componentes de firma espacial y rango a la estación 120 transceptora base de la red de radio.

La figura 3 ilustra bloques seleccionados de una parte de un transmisor 300 del terminal 130 de acceso configurado para codificar y modular información de firma espacial y rango para su transmisión a la estación 120 transceptora base en un enlace inverso. En este caso se usan tres bits para la firma espacial y se usa un bit para el rango MIMO de enlace directo, lo que corresponde al caso de dos antenas de transmisión en el sector de servicio de la estación 120 transceptora base.

En la figura 3 se muestran dos ramas: (1) una rama 310 en fase o I, y (2) una rama 330 en cuadratura o Q. La rama 310 I incluye un codificador 312 biortogonal, un componente 314 de cubierta de Walsh de palabra de código  $(W_0^2)$ , un mapeador 316 de puntos de señal, un elemento 318 de ganancia de SRC y SSC, un repetidor 320 (x8), y un modulador 322. La rama 330 Q incluye un codificador 332 biortogonal, un componente 334 de cubierta de Walsh de palabra de código  $(W_0^2)$ , un mapeador 336 de puntos de señal, un elemento 338 de ganancia de canal de DRC, moduladores 340 y 342, y otro componente 344 de cubierta de Walsh

$$W_{r=0,1,\dots,7}^8$$

Todos los bloques de componentes de la rama 310 I y de la rama 330 Q pueden disponerse como se muestra en la figura 3.

Se aplica ensanchamiento a los canales de transmisión físicos. El ensanchamiento incluye canalización y aleatorización. La canalización transforma cada símbolo de datos en un número de elementos de código, aumentando de esta manera el ancho de banda de la señal. El número de elementos de código por símbolo de datos se denomina factor de ensanchamiento o SF. En la operación de aleatorización, se aplica un código de aleatorización a la señal ensanchada. Con la canalización, los símbolos de datos en la rama 310 I y la rama 330 Q se multiplican de manera independiente por un código de factor de ensanchamiento variable ortogonal (OVSF). Las señales resultantes en la rama 310 I y la rama 330 Q se multiplican además por código de aleatorización de valor complejo, donde I y Q indican parte real e imaginaria, respectivamente.

La estructura de la rama 310 Q usada para la realimentación de control de tasa de transmisión de datos (DRC) en el enlace inverso puede ser similar o idéntica a la correspondiente estructura de la revisión 0 de 1xEV-DO. En la revisión B de DO, se añadió la capacidad para transmitir más de cuatro bits de DRC (para otro canal CDMA) en la rama I. (De esta manera, en la revisión B de DO podían transmitirse DRC de hasta cuatro canales CDMA directos en un enlace inverso). La rama 310 Q y la rama 330 I se han modificado ahora adicionalmente para llevar la información de rango espacial en el canal de rango espacial (SRC) y la información de firma espacial en el canal de firma espacial (SSC). De esta manera, en la realización de la figura 3, el canal de rango espacial de un bit y el canal de firma espacial de tres bits reemplazan DRC de cuatro bits en la entrada de la rama I del sistema 1xEV-DO. El codificador 312 biortogonal ahora recibe cuatro bits de SSC y SRC, en lugar del mismo número de bits de control de tasa de transmisión DRC. Si los bits de DRC reemplazados se necesitan, por ejemplo, para la operación multiportadora, pueden transmitirse en otra máscara de código larga.

Obsérvese que tres bits del SSC corresponden a ocho (o posiblemente menos) firmas espaciales distintas. Las firmas espaciales distintas pueden predefinirse para el sistema o para cada sector particular. En algunas variantes, las firmas espaciales pueden negociarse durante la configuración de la conexión entre el terminal de acceso particular y la estación transceptora base particular. En algunas variantes se usan 5, 6 ó 7 firmas espaciales negociadas o predefinidas distintas. El número de firmas espaciales distintas también puede negociarse durante la configuración de la conexión.

En el caso MIMO con cuatro antenas de transmisión, el número de bits tanto para el canal de rango espacial como para el canal de firma espacial puede aumentar. Por ejemplo, la firma espacial puede usar cuatro bits (en lugar de tres), y el rango espacial puede usar dos bits (en lugar de uno). La figura 4 ilustra bloques seleccionados de una parte de un transmisor 400 de enlace inverso del terminal 130 de acceso configurado para codificar y modular información de firma espacial de cuatro bits y de rango espacial de dos bits para el caso de cuatro antenas de transmisión.

La rama 410 I de la figura 4 puede ser similar o idéntica a la rama 310 I de la figura 3. Como se ilustra, incluye un codificador 412 biortogonal, un componente 414 de cubierta de Walsh de palabra de código  $(W_0^2)$ , un mapeador 416 de puntos de señal, un elemento 418 de ganancia de SSC, un repetidor 420 (x8), y un modulador 422. La rama 430 Q incluye varios componentes similares o idénticos a los componentes numerados de manera análoga de la rama 330 Q de la figura 3: un codificador 432 biortogonal, un componente 434 de cubierta de Walsh de palabra de código  $(W_0^2)$ , un mapeador 436 de puntos de señal, un elemento 438 de ganancia de canal DRC, moduladores 440 y 442, y otro componente 444 de cubierta de Walsh  $(W_1^8)$ . Adicionalmente, la rama Q 430 incluye un repetidor 448 (x4), una componente 450 cubierta de Walsh de palabra de código  $(W_1^2)$ , un mapeador 452 de puntos de señal, un elemento 454 de ganancia de SRC (canal de rango espacial), un repetidor 456 (x8), y un sumador 458. Todos los bloques de componente de la rama 410 I y la rama 430 Q pueden disponerse en la configuración mostrada en la figura 4.

Como se muestra en la figura 4, un símbolo de SSC de cuatro bits se introduce en la rama 410 I, en lugar del DRC de cuatro bits de la revisión B de DO. El DRC adicional, si necesita para otro canal CDMA directo puede transmitirse en otra máscara de código largo. En la rama 430 Q, un símbolo de SRC de dos bits se envía junto con un símbolo de DRC de cuatro bits. El SRC y el DRC se envían usando diferentes cubiertas de Walsh de palabra de código ortogonales. Por ejemplo, el SRC puede enviarse con la cubierta de Walsh  $W_1^2$ , y el DRC puede enviarse con la cubierta de Walsh  $W_0^2$ . Puesto que las dos cubiertas de Walsh son diferentes, el SRC y el DRC pueden distinguirse en la estación 120 transceptora base. Este mecanismo de transmisión es compatible con la revisión B de DO.

Obsérvese que en este caso los cuatro bits del SSC corresponden a dieciséis (o posiblemente menos) firmas espaciales distintas. Como en el caso anterior del SSC de tres bits, las firmas espaciales distintas pueden predefinirse para el sistema, para cada sector particular, o negociarse durante la configuración de la conexión. En algunas variantes, se usan 9, 10, 11, 12, 13, 14 ó 15 firmas espaciales predefinidas o negociadas distintas. El número de firmas espaciales distintas también puede negociarse durante la configuración de la conexión.

El repetidor 448 expande los dos bits del SRC a un tamaño de ocho bits, mediante repeticiones del SRC de dos bits cuatro veces (x4).

La figura 5 ilustra etapas seleccionadas de un proceso 500 ejemplar realizado en un terminal de acceso según la realización de la figura 3.

En el punto 501 del flujo, el terminal de acceso está en comunicación MIMO con una estación transceptora base de una red de radio.

5 En la etapa 505, el terminal de acceso estima las diversas trayectorias físicas espaciales entre las múltiples antenas de transmisión de la estación transceptora base y las múltiples antes de recepción del terminal.

En la etapa 510, el terminal de acceso determina o selecciona un rango MIMO de un bit para el enlace directo, basándose en las estimaciones.

10 En la etapa 515, el terminal de acceso determina o selecciona un identificador de firma espacial de tres bits, basándose en las estimaciones.

En la etapa 520, el terminal de acceso determina, basándose en las estimaciones, el control de tasa de transmisión de enlace directo apropiado, es decir, el DRC.

En la etapa 525, el terminal de acceso introduce el DRC en la rama Q de su transmisor.

15 En la etapa 530, el terminal de acceso introduce un rango espacial de un bit y una firma espacial de tres bits en la rama I de su transmisor.

En la etapa 535, el terminal de acceso transmite la ranura activa con las salidas de la rama Q y la rama I que llevan información/valores de DRC, de rango y de firma espacial.

20 En el punto 599 del flujo, el proceso se ha completado y el terminal de acceso está listo para repetirlo para la siguiente ranura activa. La estación transceptora base recibe la ranura transmitida por el terminal de acceso, recupera la información de DRC de la componente de señal en cuadratura de la ranura recibida, y recupera la información de firma espacial y de rango de la componente de señal en fase de la ranura recibida. La estación transceptora base entonces se configura a sí misma para la transmisión MIMO según el DRC, el SRC y el SSC recibidos.

La figura 6 ilustra etapas seleccionada de un proceso 600 ejemplar realizado en un terminal de acceso según la realización de la figura 4.

25 En el punto 601 del flujo, el terminal de acceso está en comunicación MIMO con una estación transceptora base de una red de radio.

En la etapa 605, el terminal de acceso estima las diversas trayectorias físicas espaciales entre las múltiples antenas de transmisión de la estación transceptora base y las múltiples antenas de recepción del terminal.

30 En la etapa 610, el terminal de acceso determina o selecciona un rango MIMO de dos bit para el enlace directo, basándose en las estimaciones.

En la etapa 615, el terminal de acceso determina o selecciona un identificador de firma espacial de cuatro bits basándose en las estimaciones.

En la etapa 620, el terminal de acceso determina el DRC apropiado, basándose en las estimaciones.

35 En la etapa 625, el terminal de acceso introduce el DRC y el rango espacial de dos bits en la rama Q de su transmisor. El DRC y el rango espacial se cubren por diferentes códigos Walsh ortogonales, de modo que puedan descubrirse y distinguirse por separado en la estación transceptora base.

En la etapa 630, el terminal de acceso introduce una firma especial en la rama I de su transmisor.

En la etapa 635, el terminal de acceso transmite la ranura activa con las salidas de la rama Q y la rama I que llevan información/valores de DRC, de rango, y de firma espacial.

40 En el punto 699 del flujo, el procedimiento se ha completado y el terminal de acceso está listo para repetirlo para la siguiente ranura activa.

45 La estación transceptora base recibe la ranura transmitida por el terminal de acceso, recupera la información de DRC y de rango (SRC) de la componente de señal en cuadratura de la ranura recibida, y recupera la información de firma espacial (SSC) de la componente en fase de al ranura recibida. La estación transceptora base se configura entonces a sí misma para la transmisión MIMO según el DRC, el SRC y el SSC recibidos.

Obsérvese que el DRC transmitido en la rama Q puede referirse al mismo o a un enlace/canal directo MIMO diferente que el SSC y el SRC transmitidos al mismo tiempo.

Una breve descripción de las formas de onda DO y la adaptación de DO a MIMO (o MIMO a DO), y

particularmente con respecto a la estructura MIMO DO de enlace directo, puede resultar útil para un mejor entendimiento del lector de los temas comentados en esta descripción.

El diseño MIMO tiene dos modos de operación: modo de una sola palabra de código (SCW) y modo de múltiples palabras de código (MCW). En el modo MCW, el transmisor puede codificar los datos transmitidos en cada capa espacial (canal, enlace) de manera independiente, posiblemente con tasas de transmisión diferentes. El receptor puede emplear un algoritmo de cancelación de interferencia sucesiva (SIC), que funciona de la siguiente manera. En primer lugar, decodifica la primera capa, y luego resta su contribución de la señal recibida tras recodificar y multiplicar la primera capa codificada con un "canal estimado", luego decodifica la segunda capa, y así sucesivamente con la debida alternación de los detalles. Este planteamiento de "retirada de capas" significa que cada capa decodificada sucesivamente ve una relación señal a ruido (SNR) en aumento y por tanto puede soportar tasas de transmisión más altas. En ausencia de propagación de errores, el diseño MCW con SIC logra una capacidad mayor.

La figura 7 muestra bloques seleccionados de un diseño de BTS ejemplar para MIMO MCW. En este diseño, se proporciona una realimentación de valor DRC por capa espacial, y se usa un flujo de acuse de recibo común, es decir, ACK, hasta que se decodifiquen todas las capas.

En el diseño del modo SCW, el transmisor puede codificar los datos transmitidos en cada capa espacial con "tasas de transmisión de datos idénticas". El receptor puede emplear un diseño de receptor lineal de complejidad baja tal como un diseño de receptor de mínimo error cuadrático medio (MMSE) o de frecuencia cero (ZF), o diseños de receptor no lineal tal como QRM, para cada tono.

En el modo MIMO SCW, sólo puede codificarse y enviarse un paquete a través de antenas de transmisión seleccionadas o varios haces espaciales que se determinan por el rango, que proporciona el término de acceso en el enlace inverso. Una única máquina de estados ARQ híbrida y realimentación de DRC pueden usarse como en la revisión B de DO. Cuando se usa MIMO SCW con codificación previa, las firmas espaciales se envían a la red de radio usando un libro de códigos predefinido de matrices unitarias. El terminal de acceso selecciona el (los) patrón(es) de haz preferido(s) para el enlace directo basándose en pilotos espaciales comunes y envía un identificador o el patrón a la red de radio. (Tal como se comentó anteriormente, sólo el número que identifica la firma espacial particular se transmite entonces a la BTS). Obsérvese que la precodificación con el rango igual a 1 es conformación de haz de transmisión. Pueden realizarse diversidad de retardo cíclico y selección de antenas a través de un diseño de libro de códigos. La figura 8 muestra bloques seleccionados de un diseño de BTS ejemplar para MIMO SCW con precodificación y OFDM.

Tal como se indicó anteriormente, la operación OFDM no es un requisito de la invención. Sin embargo, puede ser deseable usar OFDM y/o una multiplexación por división de frecuencia de una única portadora (SC-FDM) para los datos enviados en los segmentos de tráfico de ranuras. OFDM y SC-FDM dividen el ancho de banda disponible en múltiples subportadoras ortogonales, que también se denominan tonos, intervalos y denominaciones similares. Cada subportadora puede modularse con datos. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de la frecuencia con OFDM y en el dominio del tiempo con SC-FDM. OFDM y SC-FDM tienen ciertas características deseables tales como la capacidad para combatir inmediatamente la interferencia entre símbolos (ISI) causada por el desvanecimiento selectivo en frecuencia. OFDM también puede soportar eficazmente MIMO y SDMA, que pueden aplicarse independientemente en cada subportadora y por tanto pueden proporcionar un buen rendimiento en un canal selectivo en frecuencia.

Puede ser deseable soportar OFDM al tiempo que se mantiene la retrocompatibilidad con DO, revisiones 0, A y B. En DO, los segmentos piloto y MAC pueden demodularse por todos los terminales activos en todo momento, mientras que los segmentos de tráfico pueden demodularse sólo por los terminales a los que se está dando servicio. Por tanto, la retrocompatibilidad puede lograrse manteniendo los segmentos piloto y MAC y modificando los segmentos de tráfico. Los datos OFDM pueden enviarse en forma de onda DO reemplazando los datos CDM en un segmento de tráfico dado de 400 elementos de código con uno o más símbolos OFDM con una duración total de 400 elementos de código o menos.

La figura 9 ilustra una estructura de ranuras que soporta CDM en un enlace directo DO. La línea de tiempo de transmisión se divide en ranuras. Cada ranura tiene una duración de 1,667 milisegundos (ms) y abarca 2048 elementos de código. Cada elemento de código tiene una duración de 813,8 nanosegundos (ns) para una tasa de transmisión de elementos de código de 1,2288 megachips/segundo (Mcps). Cada ranura se divide en dos semirranuras idénticas. Cada semirranura incluye (1) un segmento de sobrecarga y dos segmentos de control de acceso al medio (MAC) a ambos lados del segmento piloto, y (2) dos segmentos de tráfico a ambos lados del segmento de sobrecarga. Los segmentos de tráfico también pueden denominarse segmentos de canal de tráfico, segmentos de datos, campos de datos, y expresiones similares. El segmento piloto lleva el piloto y tiene una duración de 96 elementos de código. Cada segmento MAC lleva la señalización (por ejemplo, información de control de energía inversa o RPC) y tiene una duración de 64 elementos de código. Cada segmento de tráfico lleva datos de tráfico (por ejemplo, datos de unidifusión para terminales específicos, datos de difusión, etc.) y tiene una duración de 400 elementos de código.

Obsérvese que los datos CDM mostrados en la figura 9 pueden reemplazarse selectivamente por símbolos OFDM, tal como se describe en más detalle en la solicitud de patente estadounidense titulada Flexible Time-Frequency Multiplexing Structure for Wireless Communication, publicada como US 2007/0 195 690, presentada en la misma fecha

que la presente solicitud; véase también la solicitud de patente estadounidense titulada Spatial Pilot Structure for Multi-Antenna Wireless Communication publicada como US 2007/0 195 688, presentada en la misma fecha que la presente solicitud.

La Revisión 0, A, y B de DO usan CDM para los datos enviados en los segmentos de tráfico. Un segmento de tráfico puede llevar datos CDM para uno o más terminales a los que da servicio una BTS. Los datos de tráfico para cada terminal pueden procesarse basándose en parámetros de codificación y modulación determinados por la realimentación de canal recibida desde ese terminal para generar símbolos de datos. Los símbolos de datos para uno o más terminales pueden demultiplexarse y cubrirse con funciones o códigos de Walsh para generar los datos CDM para el segmento de tráfico. De esta forma, los datos CDM se generan en el dominio del tiempo usando funciones Walsh. Un segmento de tráfico CDM es un segmento de tráfico que lleva datos CDM.

La figura 10 muestra una estructura de ranuras de una única portadora que soporta OFDM en DO. Por simplicidad, sólo se muestra una semirranura. La semirranura incluye (1) un segmento de sobrecarga compuesto por un segmento piloto de 96 elementos de código en el centro de la semirranura y dos segmentos MAC de 64 elementos de código a ambos lados del segmento piloto, y (2) dos segmentos de tráfico a ambos lados del segmento de sobrecarga. En general, cada segmento de tráfico puede llevar uno o más símbolos OFDM. Tal como se muestra en la figura 10, cada segmento de tráfico lleva dos símbolos OFDM, y cada símbolo OFDM tiene una duración de 200 elementos de código y se envía en un periodo de símbolo OFDM de 200 elementos de código.

El acceso múltiple por división de espacio (SDMA) proporciona dimensiones adicionales. Con SDMA, puede darse servicio a los usuarios espacialmente separables (es decir, los AT) con los mismos recursos físicos. Cada AT espacialmente separable realimenta los coeficientes de haz (según un libro de códigos predefinido) para su uso para transmisiones de enlace directo adaptadas al canal de enlace directo de AT. SDMA es similar a MCW, excepto porque las diferentes capas espaciales pueden designarse a diferentes AT.

Volviendo ahora al diseño del libro de códigos para una operación multiantena, incluyendo SDM y MIMO, pueden soportarse diferentes modos simultáneamente, dependiendo de la calidad del canal del terminal y el tipo de flujo (habilitado por el diseño del libro de códigos). El libro de códigos puede segmentarse en múltiples conjuntos, tales como un conjunto de transmisión de precodificación, un conjunto de transmisión de SDMA, y conjuntos para diferentes patrones de haz. Un AT y la red de radio pueden negociar el conjunto particular del libro de códigos que va a usarse para el enlace directo del AT, o el conjunto puede ser fijo. El índice de realimentación puede entonces usarse para indicar el modo deseado para el AT.

La figura 11 ilustra una estructura 400 de ranuras multiportadora que soporta OFDM en DO. En la revisión B de DO, pueden multiplexarse múltiples formas de onda 1xEV-DO en el dominio de la frecuencia para obtener una forma de onda DO multiportadora que llene una asignación espectral dada y se transmite en una primera antena de transmisión. Tal como se ilustra en la figura 11, una forma de onda DO se configura como un canal legado incluyendo los segmentos piloto y MAC que pueden demodularse por todos los terminales activos, mientras que los segmentos de tráfico pueden demodularse sólo por los terminales a los que se da servicio. Por tanto, la retrocompatibilidad puede lograrse manteniendo los segmentos piloto y MAC. También en la figura 11 se muestran tres formas de onda 1xEV-DO configuradas como canales no legados, transmitidos en respectivas antenas de transmisión segunda, tercera y cuarta, que no requieren los segmentos de sobrecarga, porque los símbolos OFDM incluyen pilotos compuestos periódicos (pilotos espaciales dedicados) incrustados en las subbandas o tonos. En otras palabras, los tonos OFDM pueden usarse como pilotos dedicados. Un terminal de acceso MIMO puede recibir el piloto compuesto en los símbolos OFDM y puede derivar una estimación de la respuesta de canal MIMO.

Las figuras 12A-12D ilustran un esquema de transmisión piloto ejemplar para un sistema OFDM multiantena. Los tonos de piloto espacial pueden formarse de manera diferente según el número de capas o haces que se forman por el sistema OFDM multiantena. La figura 12A ilustra una transmisión de una única capa a través de una semirranura de símbolos OFDM 1-4. Tal como se ilustra para cada símbolo OFDM (tal como el símbolo OFDM 1), el tono de piloto espacial de una única capa se repite y ocupa un tono por cada 19 tonos de datos. Para un símbolo OFDM de 180 tonos, debería haber nueve tonos de piloto espacial de una única capa. Específicamente, para el símbolo OFDM 1 y el símbolo OFDM 3, el tono de piloto espacial de una única capa se ilustra como comenzando en el tono uno y repitiéndose cada 20 tonos; y para el símbolo OFDM 2 y el símbolo OFDM 4, el tono de piloto espacial de una única capa se ilustra comenzando desplazado a mitad de camino respecto a los símbolos adyacentes en el tono once y repitiéndose cada 20 tonos. En un símbolo OFDM adyacente, tal como el símbolo OFDM, los tonos de piloto espacial de una única capa pueden desplazarse respecto a los tonos de piloto espacial de una única capa del símbolo adyacente. También se observa que un símbolo OFDM puede aprovechar la posición desplazada de un tono de piloto espacial de una única capa del símbolo OFDM adyacente para una caracterización de canal adicional sin depender de tonos de piloto espacial dedicados adicionales.

La figura 12B ilustra una transmisión de dos capas a través de una semirranura de símbolos OFDM 1-4. Tal como se ilustra para cada símbolo OFDM, tal como el símbolo OFDM 1, el tono de piloto espacial de primera capa se repite y ocupa un tono por cada 19 tonos de datos; y el tono espacial de segunda capa se desplaza respecto al primero y también se repite y ocupa un tono por cada 19 tonos de datos. Para símbolos OFDM de 180 tonos, habría 18 tonos de piloto espacial de primera capa de segunda capa. Específicamente, para el símbolo OFDM 1 y el símbolo OFDM 3,

los tonos de piloto espacial de primera capa y segunda capa se ilustran comenzando en el tono uno y repitiéndose cada 10 tonos, y para el símbolo OFDM 2 y el símbolo OFDM 4, los tonos de piloto espacial de primera capa y segunda capa se ilustran comenzando desplazados a mitad de camino respecto a los símbolos adyacentes en el tono once y repitiéndose cada 10 tonos. Por consiguiente, la sobrecarga de ancho de banda para soportar los tonos de piloto espacial de primera capa y segunda capa es de uno cada 10 o de un 10 por ciento por cada símbolo OFDM para una transmisión de dos capas.

La figura 12C ilustra una transmisión de tres capas a través de una semirranura de símbolos OFDM 1-4. Tal como se ilustra para cada símbolo OFDM, el tono de piloto espacial de primera capa se repite y ocupa un tono por cada 29 tonos de datos, y el tono de piloto espacial de segunda capa se repite y ocupa un tono por cada 29 tonos de datos, y un tono de piloto espacial de tercera capa se repite y ocupa un tono por cada 29 tonos de datos. Los tonos de piloto espacial de primera, segunda y tercera capa se escalonan a lo largo de los símbolos OFDM 1-4 y se repiten de tal forma que los tonos de piloto espacial de primera capa, segunda capa y tercera capa se repitan cada 10 tonos y ocupan un tono por cada nueve tonos de datos. Para un símbolo OFDM de 180 tonos, habría 18 tonos de piloto espacial de primera capa, segunda capa y tercera capa. Por consiguiente, la sobrecarga de ancho de banda para soportar los tonos de piloto espacial de primera capa, segunda capa y tercera capa es de uno cada 10 o de un 10 por ciento por cada símbolo OFDM para una transmisión de tres capas.

La figura 12D ilustra una transmisión de cuatro capas a través de una semirranura de símbolos OFDM 1-4. Tal como se ilustra para cada símbolo OFDM, el tono de piloto espacial de primera capa se repite y ocupa un tono por cada 19 tonos de datos, un tono de piloto espacial de segunda capa se repite y ocupa un tono por cada 19 tonos de datos, un tono de piloto espacial de tercera capa se repite y ocupa un tono por cada 19 tonos de datos, y un tono de piloto espacial de cuarta capa se repite y ocupa un tono por cada 19 tonos de datos. Los tonos de piloto espacial de primera capa, segunda capa, tercera capa y cuarta capa se escalonan a lo largo de los símbolos OFDM 1-4 y se repiten de tal forma que los tonos de piloto espacial de primera capa, segunda capa, tercera capa y cuarta capa se repiten cada cinco tonos y ocupan un tono por cada cuatro tonos de datos. Para un símbolo OFDM de 180 tonos, habría 36 tonos de piloto espacial de primera capa, segunda capa, tercera capa, y cuarta capa. Por consiguiente, la sobrecarga de ancho de banda para soportar los tonos de piloto espacial de primera capa, segunda capa, tercera capa y cuarta capa es de uno cada 5 o de un 20 por ciento por cada símbolo OFDM para una transmisión de cuatro capas.

Puesto que los tonos de piloto espacial de varias capas se transmiten en diferentes conjuntos de subbandas piloto en diferentes periodos de símbolo, este esquema de piloto escalonado permite que los receptores MIMO obtengan observaciones piloto para más que sus subbandas específicas sin aumentar el número de subbandas usadas para la transmisión piloto en cualquier periodo de símbolo. Para todos los esquemas de transmisión de piloto, los receptores MIMO pueden derivar estimaciones de respuesta en frecuencia para el canal basándose en sus símbolos recibidos y usando varias técnicas de estimación de canal.

Los expertos en la técnica entenderán que, aunque las etapas de procedimiento se han descrito en serie en esta descripción, algunas de estas etapas pueden realizarse mediante elementos separados en conjunto o en paralelo, de manera asíncrona o sincrónica, de manera segmentada, o de otro modo. No hay ningún requisito particular de que las etapas se realicen en el mismo orden en el que las indica esta descripción, excepto cuando así se indique explícitamente, se deje claro de otro modo a partir del contexto, o se requiera inherentemente. Debe observarse, sin embargo, que en variantes seleccionadas las etapas se realizan en el orden real descrito. Además, puede que no se requieran todas las etapas ilustradas o descritas en cada realización/variante según la invención, mientras que algunas etapas no se han ilustrado o descrito específicamente pueden ser deseables o necesarias en algunas realizaciones/variantes según la invención.

Los expertos en la técnica también entenderán que la información y las señales puedan representarse usando cualquiera de una pluralidad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y elementos de código a los que pueda haberse hecho referencia a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas electromagnéticas, campos o partículas ópticas, o cualquier combinación de los mismos.

Los expertos apreciarán además que los diversos bloque lógicos, módulos, circuitos, y etapas de algoritmos ilustrativos, descritos en relación con las realizaciones dadas a conocer en el presente documento, pueden implementarse como hardware electrónico, software informático, o combinación de ambos. Para mostrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, varios componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos se han descrito anteriormente de forma general en cuanto a su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware, software, o una combinación de hardware y software, depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas en todo el sistema. Los expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas formas para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no deben interpretarse como que provocan un alejamiento del alcance de la presente invención.

La figura 13 ilustra bloques de transmisión de enlace directo seleccionados de una variante de cuatro antenas con OFDM y reutilización de la arquitectura DO actual (revisión A y servicios de difusión y multidifusión mejorados) para un sistema DO de tasa de transmisión de datos ultraalta (UHDR). Obsérvese que el canal de transmisión en la parte superior (antena 1) incluye bloques para insertar ráfagas piloto y MAC, para la compatibilidad con terminales de acceso

legados.

5 Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos, descritos en relación con las realizaciones dadas a conocer en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una disposición de puertas programables en campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistores, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, aunque como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración de este tipo.

10 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con las realizaciones dadas a conocer en el presente documento pueden materializarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o en una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria *flash*, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, disco duro, disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar se acopla al procesador de tal forma que el procesador pueda leer información desde, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de acceso. Alternativamente, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de acceso.

15 La descripción anterior de las realizaciones dadas a conocer se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la presente invención. Varias modificaciones en estas realizaciones resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por tanto, la presente invención no pretende limitarse a las realizaciones mostradas en el presente documento, sino que ha de otorgársele el alcance más amplio según las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de envío de realimentación desde un terminal de acceso, AT, a una estación transceptora de base, BTS, de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
  - 5           determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT;
  - determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo; y simultáneamente transmitir
    - (1) la información de rango MIMO y la información de firma espacial en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y
    - 10           (2) información de control de tasa de transmisión de datos, DRC, para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso, en el que la información de rango MIMO y la información de firma espacial MIMO están cubiertas por una cubierta de Walsh de palabra de código.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la red de radio está configurada para proporcionar servicios al AT y a al menos un terminal de acceso sin capacidad MIMO.
- 15 3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la red de radio está configurada para proporcionar servicios al AT para a al menos un terminal de acceso sin capacidad MIMO, estando el AT y el al menos otro terminal de acceso no MIMO en el mismo sector.
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la red de radio es una red de radio con optimización de datos.
- 20 5. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la red de radio está configurada para proporcionar servicios a terminales de acceso sin capacidad MIMO.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que:
  - la información de rango MIMO comprende un bit;
  - la información de firma espacial MIMO comprende tres bits.
- 25 7. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
  - estimar canales físicos espaciales entre una pluralidad de antenas de transmisión de la BTS y una pluralidad de antenas de recepción del AT, estando las pluralidades de antenas de transmisión y de recepción configuradas para la comunicación MIMO en el primer enlace directo, proporcionando la etapa de estimación una pluralidad de estimaciones del primer enlace directo, en el que:
    - 30           la etapa de determinar información de rango MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo; y
    - la etapa de determinar información de firma espacial MIMO se realiza basándose en la pluralidad de estimaciones del primer enlace directo.
- 35 8. Medio de programa informático que tiene almacenadas instrucciones de programa, que cuando se ejecutan en un procesador implementan el procedimiento según la reivindicación 1.
9. Un terminal (130) de acceso, AT, configurado para comunicarse con una estación transceptora (120) base, BTS, de una red (101) de radio usando técnicas de múltiples entradas, múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el terminal (130) de acceso:
  - un receptor (131) configurado para recibir transmisiones de enlace directo desde la BTS (120);
  - 40           un transmisor (132) configurado para enviar transmisiones de enlace inverso hacia la BTS (120);
  - una memoria (137) que almacena el código de programa del medio de programa informático de la reivindicación 8; y
  - un controlador acoplado al receptor (131), al transmisor (132) y a la memoria (137), ejecutando el controlador las instrucciones de programa de la reivindicación 8.
- 45 10. Un procedimiento de recepción de realimentación desde un terminal de acceso, AT, enviada a una estación transceptora base, BTS, de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas, MIMO, enviándose la realimentación por el AT a la BTS

según el procedimiento de la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento:

recibir simultáneamente

(1) información de rango MIMO de un enlace directo entre la BTS y el AT e información de firma espacial MIMO del enlace directo en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT,

y

(2) información de control de tasa de transmisión de datos, DRC, para el enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso; y

configurar el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

11. Medio de programa informático que tiene almacenadas instrucciones de programa, que cuando se ejecutan en un procesador implementan el procedimiento según la reivindicación 10.

12. Una estación (120) transceptora base de una red (101) de radio configurada para comunicarse con un terminal (130) de acceso, AT, usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas (MIMO), comprendiendo la estación transceptora base:

un receptor (121) configurado para recibir transmisiones desde el AT (130) en un enlace inverso;

un transmisor (122) configurado para enviar transmisiones al AT (130) en un enlace directo.

una memoria (124) que almacena el código de programa del medio de programa informático de la reivindicación 11; y

un controlador acoplado al receptor (121), al transmisor (122) y a la memoria (124), ejecutando el controlador las instrucciones de programa según la reivindicación 11.

13. Un procedimiento de envío de realimentación desde un terminal de acceso, AT, a una estación (120) transceptora base, BTS, de una red de radio configurada para comunicarse con el terminal de acceso usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

determinar información de rango MIMO de un primer enlace directo entre la BTS y el AT;

determinar información de firma espacial MIMO del enlace directo; y simultáneamente transmitir

(1) la información de firma espacial MIMO en una componente de señal en fase de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y

(2) la información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos, DRC, para un enlace directo en una componente de señal en cuadratura del enlace inverso; en el que la información de rango MIMO está cubierta por una primera cubierta de Walsh de palabra de código, estando la información DRC cubierta por una segunda cubierta de Walsh de palabra de código, siendo la segunda cubierta de Walsh de palabra de código ortogonal a la primera cubierta de Walsh.

14. Medio de programa informático que tiene almacenadas instrucciones de programa, que cuando se ejecutan en un procesador implementan el procedimiento según la reivindicación 13.

15. Un terminal (130) de acceso, AT, configurado para comunicarse con una estación (120) transceptora base, BTS, de una red (101) de radio usando técnicas de múltiples entradas, múltiples salidas, MIMO, comprendiendo el terminal (130) de acceso:

un receptor (131) configurado para recibir transmisiones de enlace directo desde la BTS (120);

un transmisor (132) configurado para enviar transmisiones de enlace inverso a la BTS (120);

una memoria (137) que almacena el código de programa del medio de programa informático de la reivindicación 14; y

un controlador acoplado al receptor (131), al transmisor (132) y a la memoria (137), ejecutando el controlador las instrucciones de programa según la reivindicación 14.

16. Un procedimiento de procesamiento de realimentación enviada desde un terminal de acceso, AT, a una estación transceptora base, BTS, de una red de radio configurada para comunicarse con el AT usando la

técnica de múltiples entradas, múltiples salidas, MIMO, enviándose la realimentación por el AT a la BTS según el procedimiento de la reivindicación 13, comprendiendo el procedimiento:

recibir simultáneamente

(1) información de rango MIMO e información de control de tasa de transmisión de datos, DRC, de un enlace directo entre la BTS y el AT en una componente de señal en cuadratura de un enlace inverso entre la BTS y el AT, y

(2) información de firma espacial MIMO para el enlace directo en una componente de señal en fase del enlace inverso; y

configurar el enlace directo según la información de rango MIMO, la información de firma espacial MIMO y la información DRC.

17. Medio de programa informático que tiene almacenadas instrucciones de programa, que cuando se ejecutan en un procesador implementan el procedimiento según la reivindicación 16.

18. Una estación (120) transreptora base de una red (101) de radio configurada para comunicarse con un terminal (130) de acceso, AT, usando la técnica de múltiples entradas, múltiples salidas, MIMO, comprendiendo la estación (120) transreptora base:

un receptor (121) configurado para recibir transmisiones desde el AT (130) en un enlace inverso;

un transmisor (122) configurado para enviar transmisiones al AT (130) en un enlace directo;

una memoria (124) que almacena el código de programa del medio de programa informático de la reivindicación 17; y

un controlador acoplado al receptor (121), al transmisor (122) y a la memoria (124), ejecutando el controlador las instrucciones de programa según la reivindicación 17.

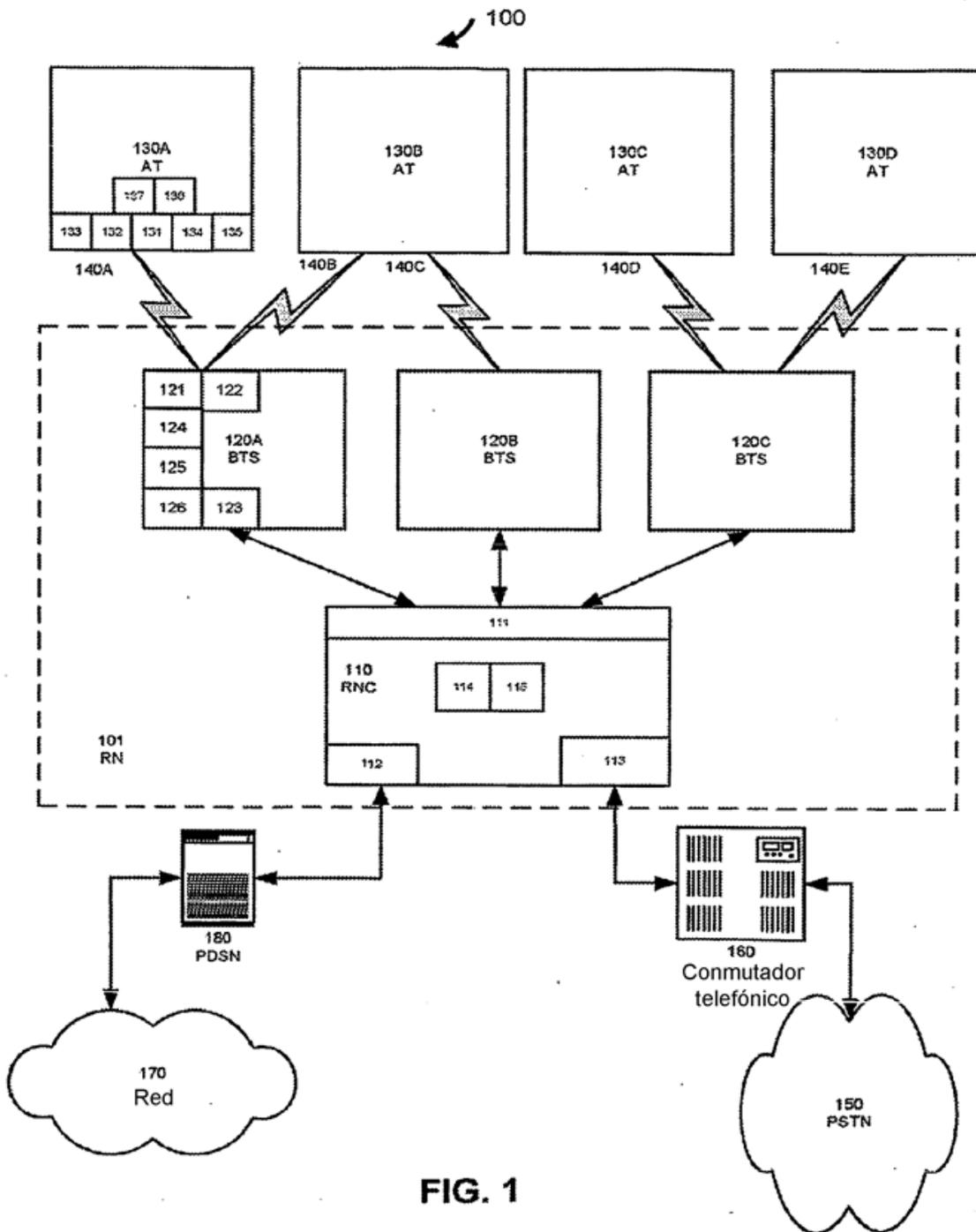


FIG. 1

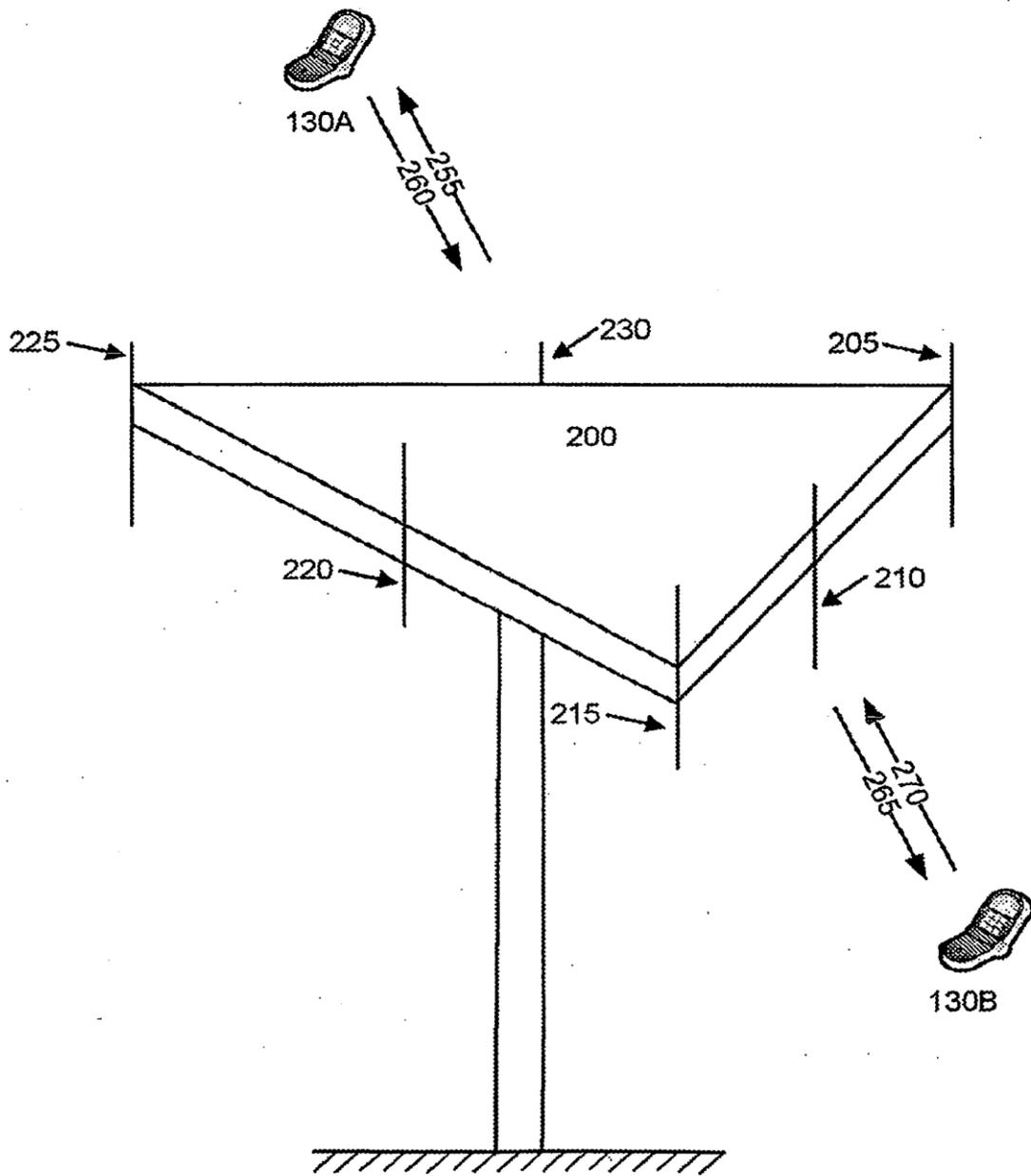


FIG. 2

300

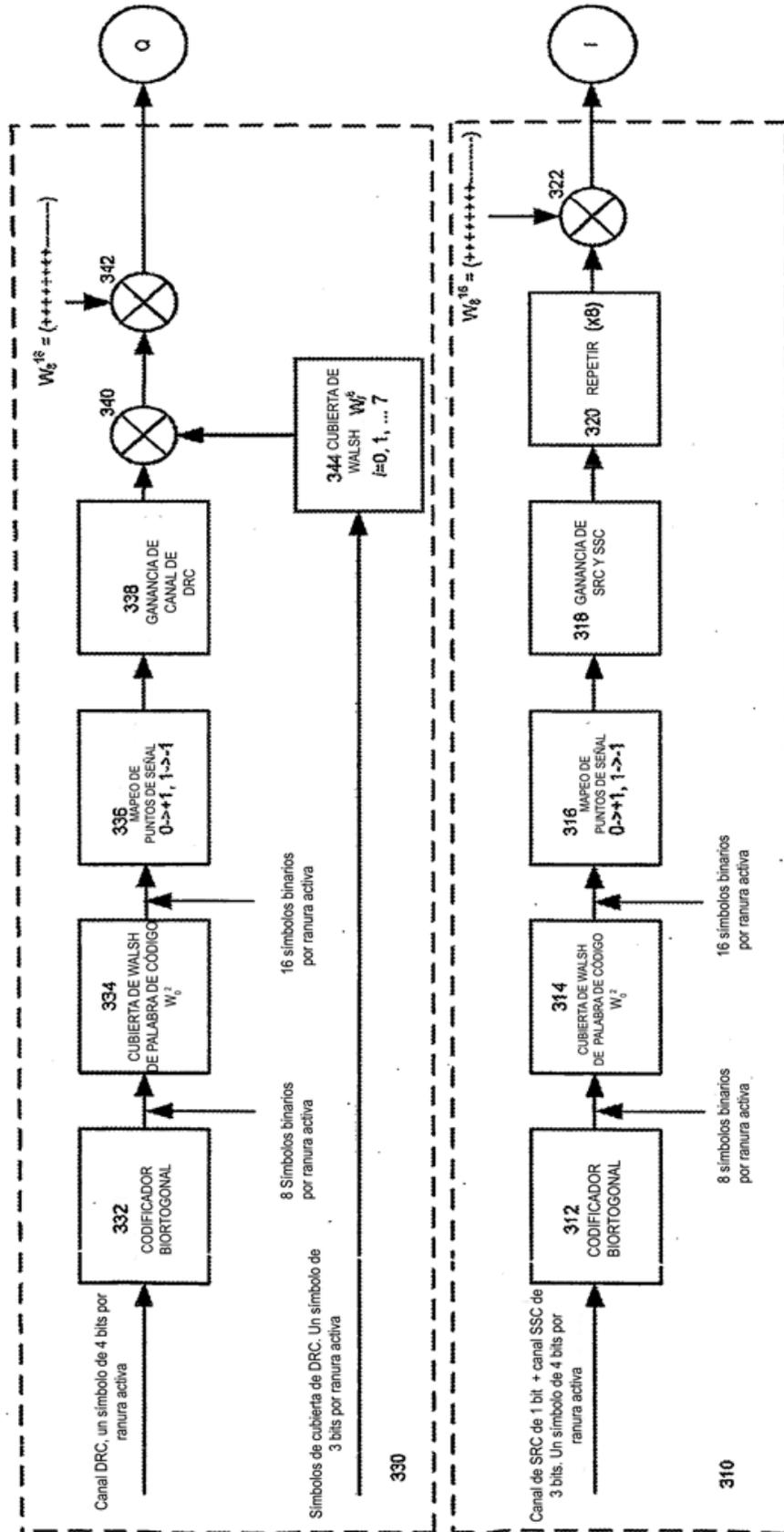


FIG. 3

400

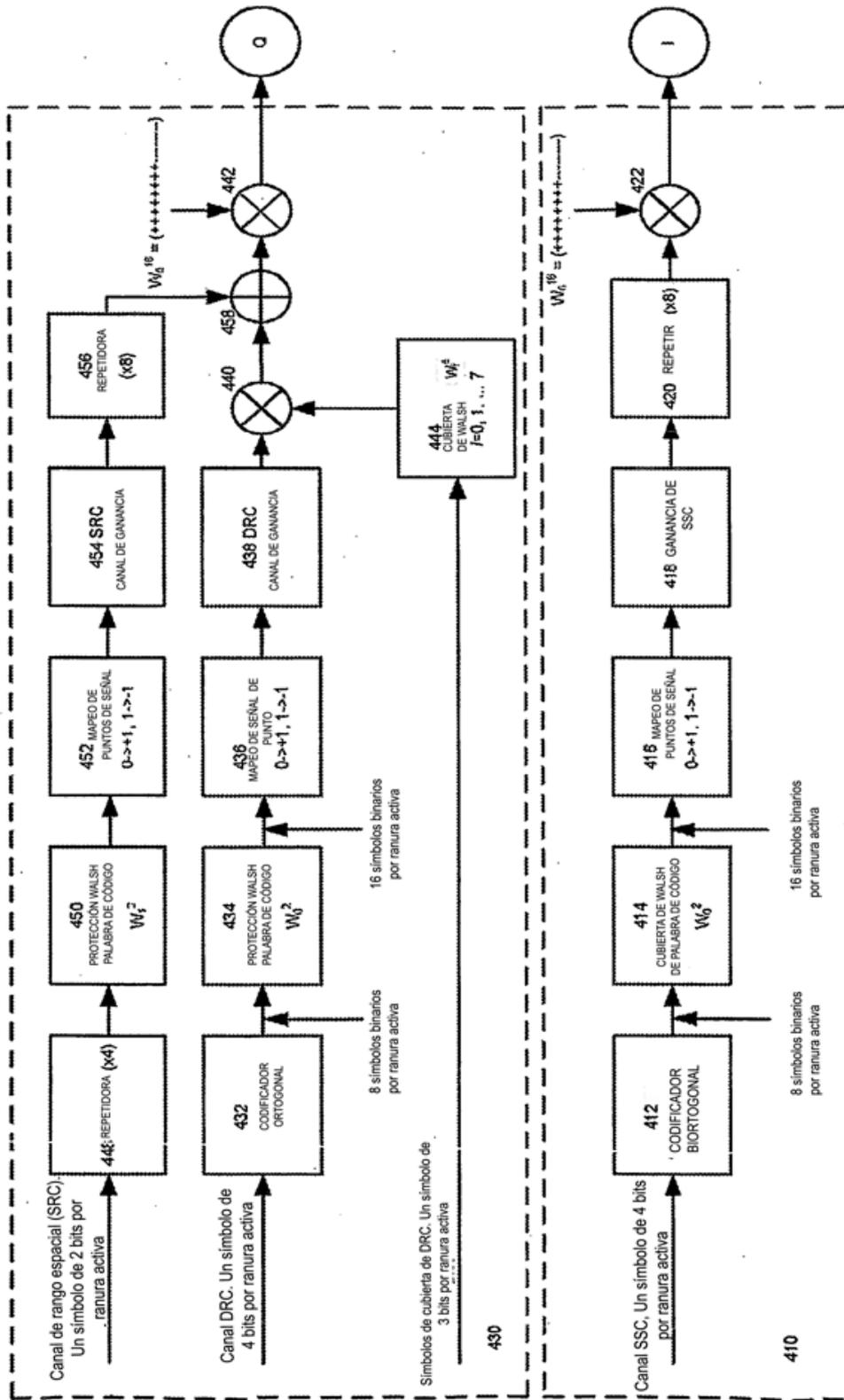


FIG. 4

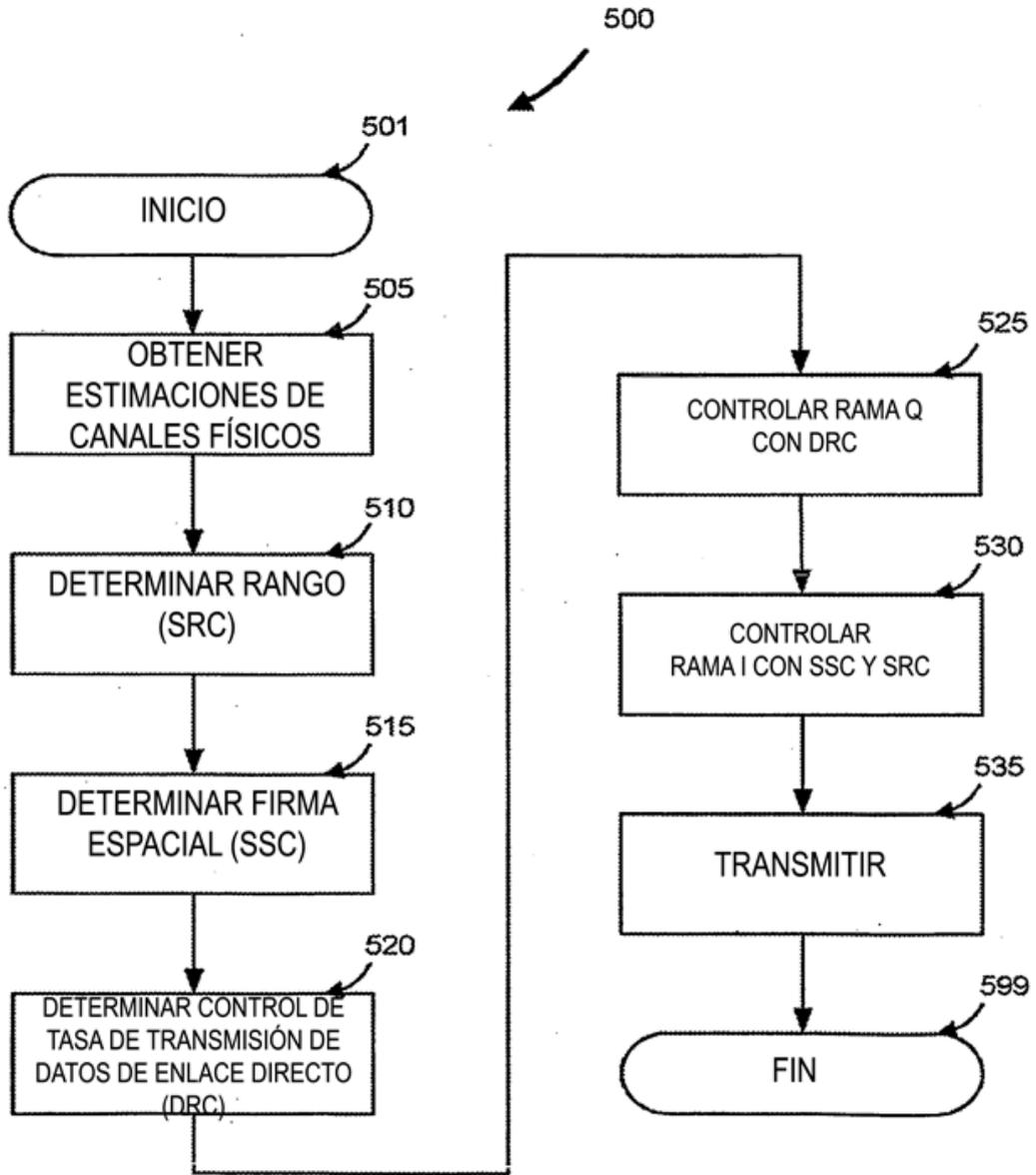


FIG. 5

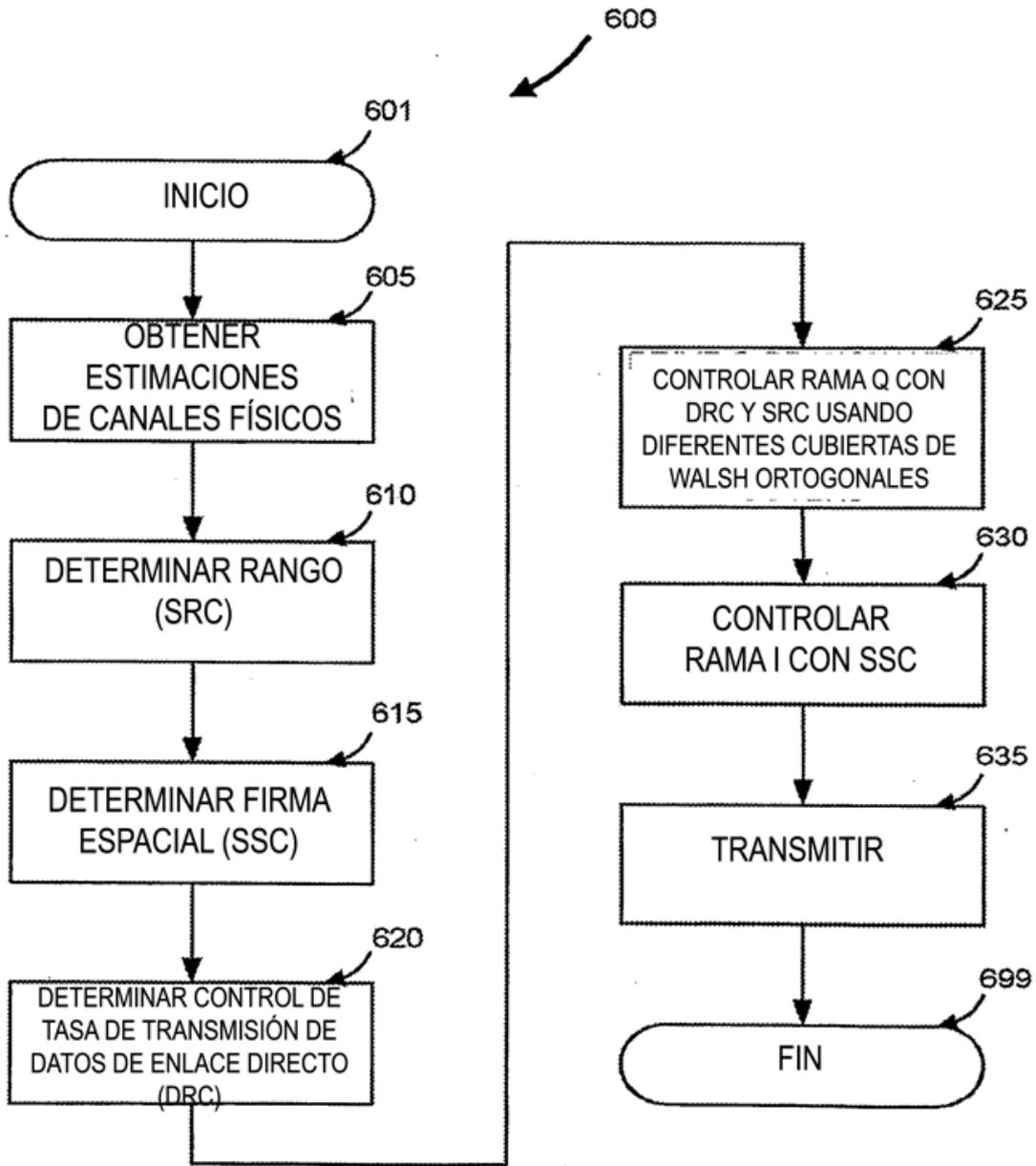
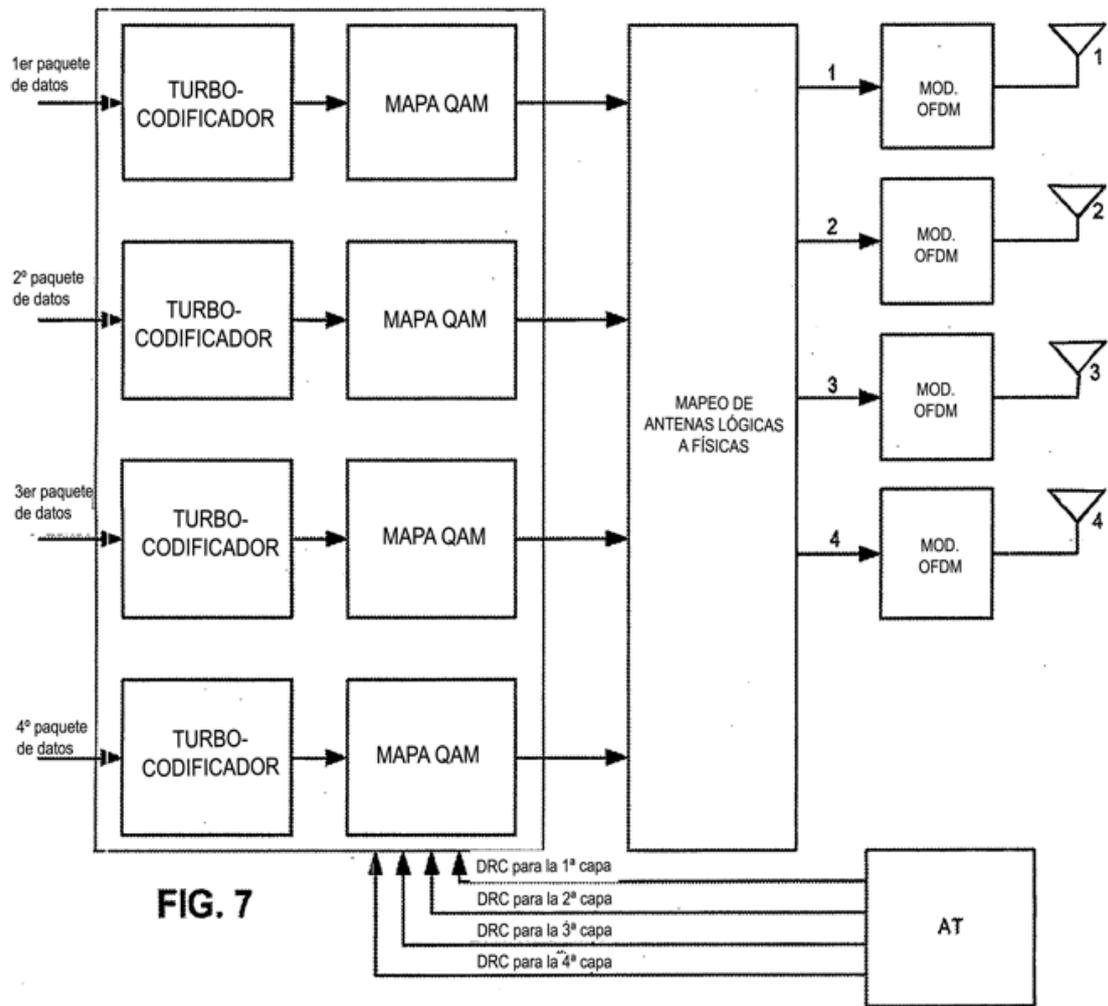
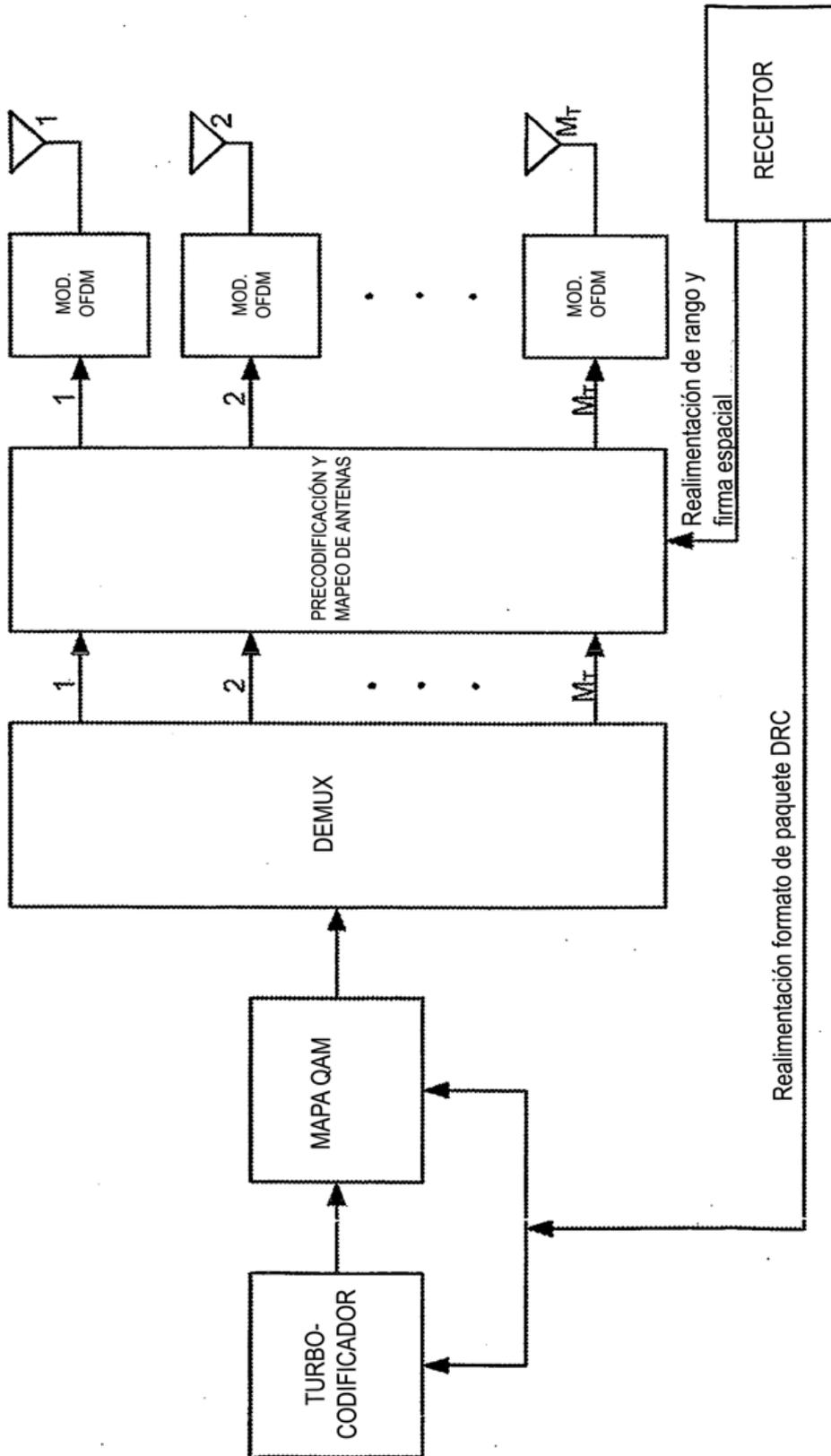


FIG. 6





**FIG. 8**

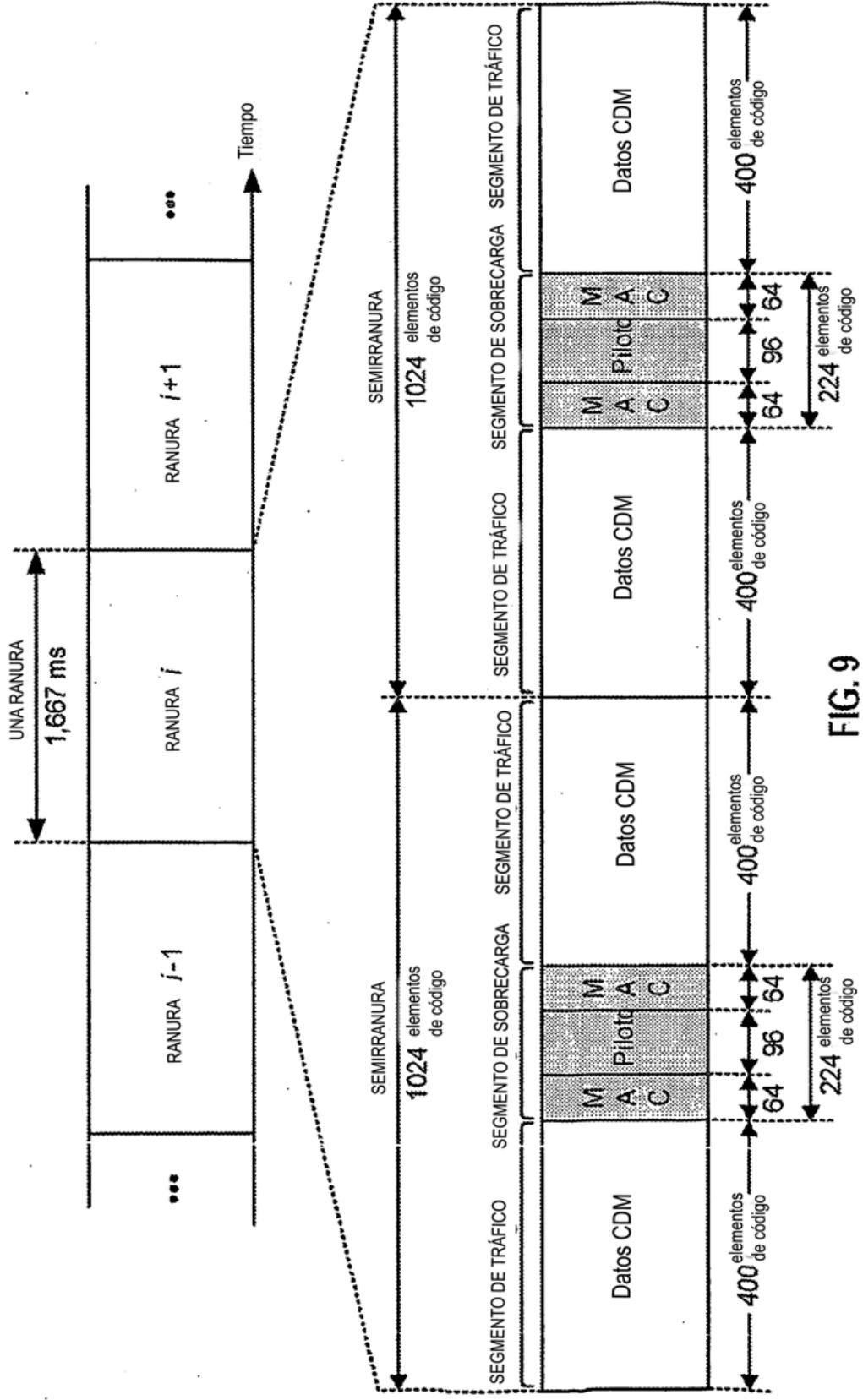


FIG. 9

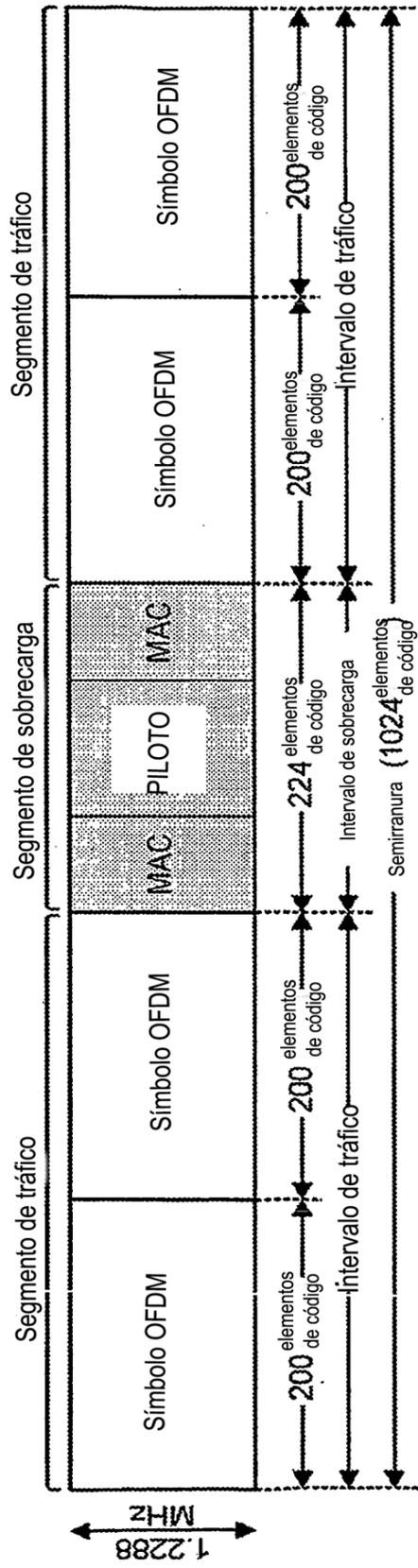


FIG. 10

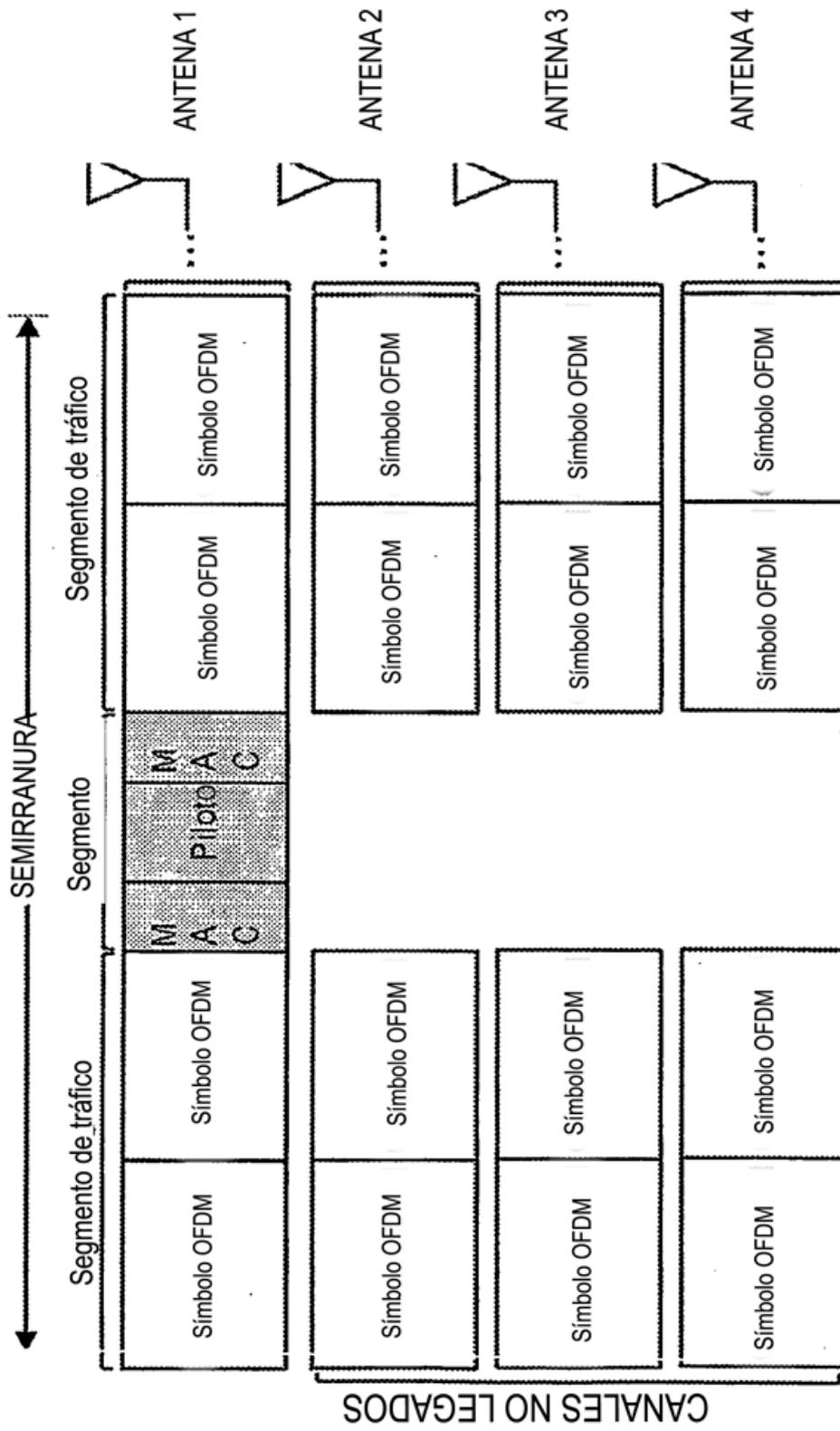


FIG. 11



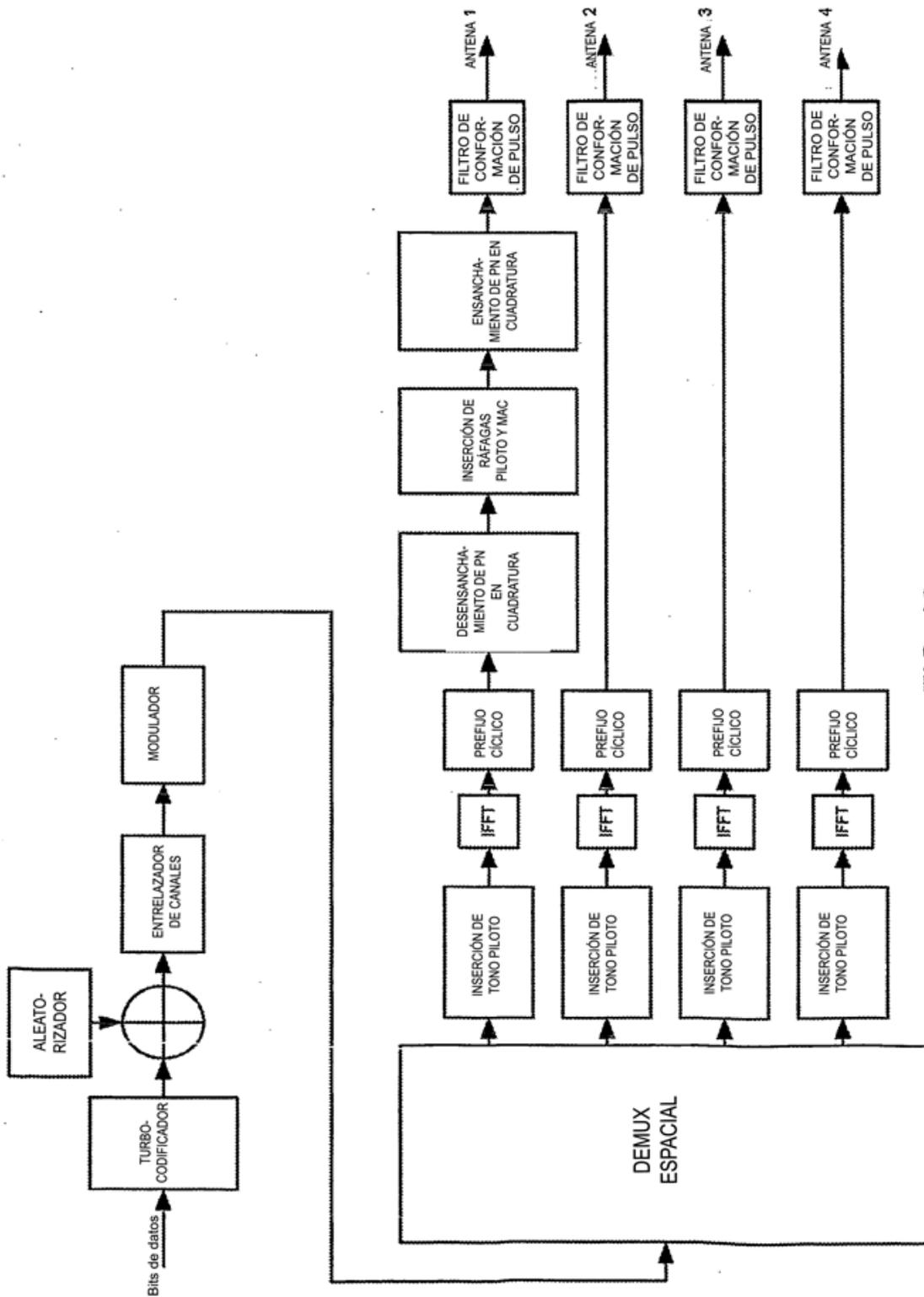


FIG. 13