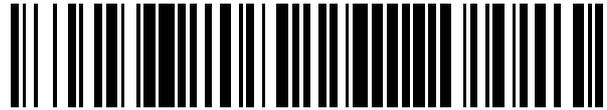


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 017**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 25/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2008 E 08771223 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2015 EP 2235901**

54 Título: **Procedimientos y aparatos para la combinación de relación máxima de señales duplicadas en sistemas de OFDMA**

30 Prioridad:

04.01.2008 US 969349

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

30.09.2015

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**PARK, JONG HYEON;
CHANG, TAE RYUN y
KIM, JE WOO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 547 017 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

Procedimientos y aparatos para la combinación de relación máxima de señales duplicadas en sistemas de OFDMA

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere, en general, a sistemas de comunicaciones inalámbricos. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a procedimientos y aparatos para la combinación de relación máxima de señales duplicadas en sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

Antecedentes

10 Los dispositivos de comunicaciones inalámbricos se han vuelto más pequeños y más potentes con el fin de satisfacer las necesidades del consumidor y mejorar la portabilidad y la comodidad. Los consumidores se han vuelto dependientes de los dispositivos de comunicaciones inalámbricos, tales como los teléfonos móviles, los asistentes digitales personales (PDA), los ordenadores portátiles, y similares. Los consumidores han llegado a esperar un servicio confiable, unas zonas amplias de cobertura y una mayor funcionalidad. Los dispositivos de comunicaciones inalámbricos pueden denominarse estaciones móviles, estaciones, terminales de acceso, terminales de usuario, terminales, unidades de abonado, equipos de usuario, etc.

15 Un sistema de comunicaciones inalámbrico puede soportar de manera simultánea una comunicación para múltiples dispositivos de comunicaciones inalámbricos. Un dispositivo de comunicaciones inalámbrico puede comunicarse con una o más estaciones base (que como alternativa pueden denominarse puntos de acceso, Nodos B, etc.) a través de las transmisiones en el enlace ascendente y en el enlace descendente. El enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicaciones desde los dispositivos de comunicaciones inalámbricos a las estaciones base, y el enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicaciones desde las estaciones base a los dispositivos de comunicaciones inalámbricos.

20 Los sistemas de comunicaciones inalámbricos pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de soportar una comunicación con múltiples usuarios compartiendo los recursos disponibles del sistema (por ejemplo, el ancho de banda y la potencia de transmisión). Ejemplos de tales sistemas de acceso múltiple incluyen los sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), los sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), los sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), y los sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

25 El documento GB2434065 desvela un sistema de OFDMA en el que los datos se duplican y se envían de manera simultánea en diferentes subportadoras. La ecualización y la combinación de relación máxima de la señal recibida se realizan antes de realizar un mapeo inverso.

30 Como se ha indicado anteriormente, la presente divulgación se refiere, en general, a los sistemas de comunicaciones inalámbricos. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a unos procedimientos y unos aparatos para la combinación de relación máxima de señales duplicadas en sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbrico;

La figura 2 ilustra un ejemplo de un transmisor para un sistema de OFDM;

La figura 3A ilustra un ejemplo de una trama que puede transmitirse desde una estación base a un terminal de usuario en un enlace descendente dentro de un sistema de OFDMA;

40 Las figuras 3B y 3C ilustran ejemplos de representaciones en el dominio de frecuencia de un símbolo de preámbulo;

La figura 3D ilustra un ejemplo de una representación en el dominio de frecuencia de un símbolo de datos;

La figura 4 ilustra una única arquitectura de receptor de los sistemas de OFDMA típicos;

45 La figura 5 ilustra un ejemplo de un procedimiento de transmisión de un mensaje de prefijo de trama de enlace descendente en un canal de cabecera de control de trama;

La figura 6 ilustra un ejemplo de un sistema para decodificar una señal de OFDMA que incluye una señal duplicada;

La figura 7 ilustra una forma en que los pares de duplicación pueden distribirse a través de diferentes subportadoras;

50 La figura 8 ilustra otra forma en que los pares de duplicación pueden distribirse a través de diferentes

subportadoras;

La figura 9 ilustra un ejemplo de un procedimiento para decodificar una señal de OFDMA, que incluye una señal duplicada;

5 La figura 10 ilustra unos bloques de medios más función que corresponden 40 al procedimiento mostrado en la figura 9; y

La figura 11 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo inalámbrico.

Sumario

La invención es como se desvela en las reivindicaciones independientes.

Descripción detallada

10 La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema 100 de comunicaciones inalámbrico. El sistema 100 de comunicaciones inalámbrico puede ser un sistema 100 de comunicaciones inalámbrico de banda ancha. El sistema 100 de comunicaciones inalámbrico proporciona una comunicación para un número de celdas 102, cada una de las cuales se atiende por una estación 104 base. Una estación 104 base puede ser una estación fija que se comunica con terminales 106 de usuario. La estación 104 base puede denominarse de manera alternativa como un punto de acceso, un Nodo B, o alguna otra terminología.

15 La figura 1 muestra diversos terminales 106 de usuario dispersos por todo el sistema 100. Los terminales 106 de usuario pueden ser fijos (es decir, estacionarios) o móviles. Los terminales 106 de usuario pueden denominarse de manera alternativa como estaciones remotas, terminales de acceso, terminales, unidades de abonado, estaciones móviles, estaciones, equipos de usuario, etc. Los terminales 106 de usuario pueden ser dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos móviles, asistentes digitales personales (PDA), dispositivos portátiles, módems inalámbricos, ordenadores portátiles, ordenadores personales, etc.

20 Un enlace de comunicaciones que facilita la transmisión desde una estación 104 base a un terminal 106 de usuario puede denominarse como un enlace descendente 108, y un enlace de comunicaciones que facilita la transmisión desde un terminal 106 de usuario a una estación 104 base puede denominarse como un enlace ascendente 110. Como alternativa, un enlace descendente 108 puede denominarse como un enlace directo o un canal directo, y un enlace ascendente 110 puede denominarse como un enlace inverso o un canal inverso.

25 Una celda 102 puede dividirse en múltiples sectores 112. Un sector 112 es una zona de cobertura física dentro de una celda 102. Las estaciones 104 base en el sistema 100 de comunicaciones inalámbrico pueden utilizar antenas que concentran el flujo de potencia dentro de un sector 112 específico de la celda 102. Estas antenas pueden denominarse como antenas direccionales.

30 Los procedimientos y aparatos de la presente divulgación pueden utilizarse en un sistema de comunicaciones inalámbrico de banda ancha. El término "inalámbrico de banda ancha" se refiere a la tecnología que proporciona un acceso a red inalámbrico, de voz, de Internet, y/o de datos sobre una zona determinada.

35 WiMAX, que significa la interoperabilidad mundial para acceso por microondas, es una tecnología inalámbrica de banda ancha basada en normas que proporciona conexiones de banda ancha de alto rendimiento a través de largas distancias. Actualmente, existen dos aplicaciones principales de WiMAX: WiMAX fijo y WiMAX móvil. Las aplicaciones de WiMAX fijo son de punto a multipunto, permitiendo acceso de banda ancha a los hogares y a las empresas. WiMAX móvil ofrece la plena movilidad de las redes móviles a velocidades de banda ancha.

40 WiMAX móvil está basado en OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal) y en la tecnología OFDMA (acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal). OFDM es una técnica de modulación de múltiples portadoras digital que ha encontrado recientemente una amplia adopción en una variedad de sistemas de comunicaciones de alta tasa de datos. Con OFDM, un flujo de bits de transmisión se divide en múltiples subflujos de tasa más baja. Cada subflujo se modula con una de las múltiples subportadoras ortogonales y se envía a través de uno de una pluralidad de sub-canales paralelos. OFDMA es una técnica de acceso múltiple basada en OFDM. Con OFDMA, los usuarios pueden asignarse a subportadoras en diferentes intervalos de tiempo. OFDM es una técnica de acceso múltiple flexible que puede adaptarse a muchos usuarios con una amplia variedad de aplicaciones, tasas de datos, y requisitos de calidad de servicio.

45 El rápido crecimiento de internet y las comunicaciones inalámbricas ha conducido a una creciente demanda de alta tasa de datos en el campo de los servicios de comunicaciones inalámbricas. Los sistemas de OFDMA se consideran actualmente como una de las áreas de investigación más prometedoras y como una tecnología clave para la próxima generación de comunicaciones inalámbricas. Esto es debido al hecho de que los esquemas de modulación de OFDMA pueden proporcionar muchas ventajas tales como la eficiencia de modulación, la eficiencia de espectro, la flexibilidad y una fuerte inmunidad multitrayecto sobre esquemas de modulación de portadora única convencionales.

5 IEEE 802.16x es una organización de normalización emergente para definir una interfaz aérea para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) fijos y móviles. IEEE 802.16x aprobó "IEEE P802.16-RevD/D5-2004" en mayo de 2004 para los sistemas BWA fijos y publicó "IEEE P802.16e/D12 Oct. 2005" en octubre de 2005 para los sistemas BWA móviles. Estas dos normas se definen para cuatro capas físicas (PHY) diferentes y una capa de control de acceso al medio (MAC). La capa física de OFDMA de las cuatro capas físicas es la más popular en las zonas de BWA fijas y móviles respectivamente.

10 La figura 2 ilustra un ejemplo de un transmisor 202 para un sistema de OFDMA. Se muestran los datos D_k 212 de transmisión introduciéndose en un mapeador 214. El mapeador 214 puede realizar el mapeo y la modulación, y puede emitir una señal M_k 216 mapeada/modulada. La señal M_k 216 mapeada/modulada se muestra procesándose por un componente 218 de transformada de Fourier rápida inversa (IFFT), un componente de inserción protector 220, un sistema 222 frontal de radio frecuencia (RF), y una antena 224. La señal 226 resultante se muestra a continuación, transmitiéndose en un canal h inalámbrico.

15 La figura 3A ilustra un ejemplo de una trama 306 que puede transmitirse desde una estación 104 base a un terminal 106 de usuario en un enlace descendente 108 dentro de un sistema de OFDMA. La trama 306 de OFDMA se muestra con respecto a un eje 308 de tiempo. La trama 306 de OFDMA se muestra con un solo símbolo 310 de preámbulo y múltiples símbolos 312 de datos. Aunque solo se muestra un símbolo 310 de preámbulo en la figura 3A, una trama de OFDMA 306 puede incluir múltiples símbolos 310 de preámbulo.

20 Las figuras 3B y 3C ilustran unos ejemplos de representaciones en el dominio de frecuencia de un símbolo 310 de preámbulo. Estas representaciones en el dominio de frecuencia se muestran con respecto a un eje 316 de subportadora. Se muestra una región 318 de subportadora usada. También se muestran dos regiones 320 protectoras.

En la figura 3B, la región 318 de subportadora usada incluye unas subportadoras 314a piloto alternadas con unas subportadoras 314b sin modular. En la figura 3C, cada subportadora 314 en la región 318 de subportadora usada es una subportadora 314a piloto.

25 La figura 3D ilustra un ejemplo de una representación en el dominio de frecuencia de un símbolo 312 de datos. El símbolo 312 de datos incluye tanto subportadoras 314c de datos como subportadoras 314a piloto. Un receptor puede realizar una estimación de canal usando las subportadoras 314a piloto de un símbolo 310 de preámbulo y/o las subportadoras 314a piloto de un símbolo 312 de datos.

30 El número de subportadoras 314 dentro de un sistema de OFDMA puede ser igual al número de puntos de transformada de Fourier rápida (FFT). Pueden no usarse todas las subportadoras 314 disponibles. En particular, pueden excluirse las subportadoras 314d protectoras en las regiones 320 protectoras. En las figuras 3B a 3D, las subportadoras 314d protectoras se muestran alrededor de las bandas de frecuencias más bajas y más altas. Estas subportadoras 314d protectoras pueden no asignarse a las subportadoras 314c de datos o a las subportadoras 314a piloto.

35 La figura 4 ilustra una única arquitectura de receptor de los sistemas de OFDMA típicos. Una antena 432 recibe una señal 426a de OFDMA desde un canal h inalámbrico. La señal 426a de OFDMA recibida se procesa por un sistema 434 frontal de RF, un componente 436 de eliminación protector, y un componente 438 de transformada de Fourier rápida (FFT). Esto da como resultado una señal de OFDMA 426b en el dominio de frecuencia, que se muestra como R_k 426b en la figura 4.

40 A continuación, puede realizarse la estimación de canal. Se muestra la señal R_k 426b de OFDMA en el dominio de frecuencia proporcionándose como una entrada a un estimador 442 de canal. La estimación de canal puede realizarse usando tonos piloto y un procedimiento de interpolación. El resultado de la estimación de canal es una estimación 444 de canal, que se muestra como H_k 444.

45 Se muestra un ecualizador 446. La señal R_k 426b de OFDMA en el dominio de frecuencia puede ecualizarse usando la estimación H_k 444 de canal de acuerdo con la ecuación (1):

$$E_k = \begin{cases} \frac{R_k}{H_k}, & \text{si } k \text{ es una subportadora usada} \\ 0, & \text{si no} \end{cases}, \quad k = 1, \dots, N \quad (1)$$

La salida del ecualizador 446 es una señal 426c ecualizada, que se muestra como E_k 426c. La señal E_k 426c ecualizada puede desasignarse y demodularse por un desmapeador 450, dando como resultado los datos rD_k 452.

50 Un sistema de OFDMA puede tener una función de transmisión duplicada. Por ejemplo, las normas IEEE802.16e soportan la transmisión duplicada para el canal de cabecera de control de trama (FCH). Los contenidos del canal de FCH se llaman prefijos de trama de enlace descendente (DLFP). El DLFP es una estructura de datos que se transmite al comienzo de cada trama. El DLFP contiene información relativa a la trama actual y se mapea a la FCH.

La figura 5 ilustra un ejemplo de un procedimiento 500 de transmisión FCH/DLFP. Puede proporcionarse 501 un mensaje 502 de DLFP de 24 bits y a continuación duplicarse 504 para formar un bloque 506 de 48 bits. Las siguientes operaciones pueden realizarse a continuación con respecto al bloque 506 de 48 bits: una codificación 508 convolucional, un entrelazado 510, un mapeo 512 QPSK, una asignación 514 de intervalo de OFDMA (asignación de subportadora), una aleatorización 516 de subportadora, y una operación 518 de transformada de Fourier rápida (FFT) inversa de punto N_{ff} .

El resultado de la codificación 508 convolucional puede ser un bloque 520 de 96 bits codificados. El resultado del entrelazado 510 también puede ser un bloque 522 de 96 bits codificados. El resultado del mapeo 512 QPSK puede ser un bloque 524 de 48 símbolos modulados. La asignación 514 de intervalo de OFDMA (asignación de subportadora) puede implicar la asignación de intervalos a partir del primer intervalo 526 correspondiente al segmento.

La figura 6 ilustra un ejemplo de un sistema 600 para decodificar una señal de OFDMA que incluye una señal duplicada, tal como un mensaje DLFP duplicado. Se muestra un transmisor 602 transmitiendo una señal $s(t)$ 612 de OFDMA sobre un canal $h(t)$ 616.

Se muestra un receptor 604 recibiendo una señal $r(t)$ 620a de OFDMA. La señal $r(t)$ 620a de OFDMA recibida puede expresarse como en la ecuación (2), en la que el término $n(t)$ indica el ruido:

$$r(t) = s(t) \otimes h(t) + n(t) \quad (2)$$

Se muestra un componente 622 de FFT. El componente 622 de FFT puede estar configurado para realizar una operación de FFT de punto N_{ff} en la señal $r(t)$ 620a de OFDMA recibida. El resultado de la operación de FFT de punto N_{ff} es una señal 620b de OFDMA en el dominio de frecuencia. La señal 620b de OFDMA en el dominio de frecuencia puede ser como se define en la ecuación (3):

$$R_{ff}(n) = \text{fft}(r(t)), \quad n = 1, 2, \dots, N_{ff}, \quad t = 1, 2, \dots, N_{ff}. \quad (3)$$

La desaleatorización de subportadora puede realizarse con respecto a la señal $R_{ff}(n)$ 620b de OFDMA en el dominio de frecuencia para todas las subportadoras útiles (es decir, las de la región 318 de subportadora usada). Se muestra la señal $R_{ff}(n)$ 620b de OFDMA en el dominio de frecuencia proporcionándose a un desaleatorizador 624 de subportadora. La salida del desaleatorizador 624 de subportadora es una señal 620c de OFDMA desaleatorizada, que se muestra como $R_{sdr}(n)$ 620c.

A continuación, puede realizarse una estimación de canal. Se muestra la señal $R_{sdr}(n)$ 620c de OFDMA desaleatorizada proporcionándose como una entrada a un componente 626 de estimación de canal. La estimación 630a de canal resultante se muestra como $H_p(n, i)$ 630a, en la que n es como se ha indicado anteriormente, e $i = \dots, \text{sim}(i-1), \text{sim}(i), \text{sim}(i+1), \dots$

A continuación, puede realizarse una desasignación de subportadora. Se muestra la señal $R_{sdr}(n)$ 620c de OFDMA desaleatorizada proporcionándose como una entrada a un primer componente 628a de desasignación de subportadora, y la salida del primer componente 628a de desasignación de subportadora es una señal $R_s(s, k)$ 620d de OFDMA desasignada. La estimación $H_p(n, i)$ 630a de canal se muestra proporcionándose como una entrada a un segundo componente 628b de desasignación de subportadora, y la salida del segundo componente 628b de desasignación de subportadora es una estimación $H_s(s, k)$ 630b de canal desasignada.

El término s es un índice de intervalo asignado, y $s = 1, 2, \dots, N_s$. El término N_s se refiere al número de intervalos asignados del bloque de codificación. El término k es un índice de subportadora, y $k = 1, 2, \dots, N_{sc}$. El término N_{sc} se refiere al número de subportadoras de un intervalo.

La desasignación de subportadora puede realizarse usando el mismo esquema de permutación que se ha usado en el transmisor 602 con fines de asignación de subportadora. La desasignación de subportadora puede implicar extraer las subportadoras correspondientes y disponer las subportadoras en el formato base de intervalo.

Como se explicará a continuación, el receptor 604 puede estar configurado para realizar la ecualización y la combinación basándose en un esquema de combinación de relación máxima (MRC). Sin embargo, pueden surgir ciertos problemas cuando se aplica un esquema de combinación MRC a una señal de OFDMA que incluye una señal duplicada. Por ejemplo, la duplicación puede haberse hecho antes de la codificación de canal en el transmisor 602. (Para ver un ejemplo, por favor refiérase al procedimiento 500 de transmisión FCH/DLFP que se muestra en la figura 5 y que se ha tratado anteriormente.) Por lo general, las etapas que se realizan por un transmisor 602 se realizan en orden inverso por un receptor 604. Por lo tanto, puede ser preferible para cualquier procesamiento que se relacione con la señal duplicada hacerse después de la decodificación de canal (y de este modo después de realizar un mapeo inverso) en el receptor 604. En otras palabras, esto puede considerarse para que sea el orden de procesamiento natural, considerando el procedimiento en el transmisor 602. Sin embargo, puede ser que la mejor posición para la combinación MRC de la señal duplicada sea antes de realizar un mapeo inverso.

Para hacer frente a este problema, puede utilizarse un esquema de disposición de subportadora de anticipación. El esquema de disposición de subportadora de anticipación puede lograr el resultado de disponer las subportadoras dentro de la señal $R_s(s, k)$ 620d de OFDMA desasignada y la estimación $H_s(s, k)$ 630b de canal desasignada en un formato duplicado. El esquema de disposición de subportadora de anticipación puede realizarse realizando un procesamiento de anticipación. El procesamiento de anticipación puede incluir una investigación/un rastreo inverso del procedimiento de transmisión, es decir, el procedimiento que se ha seguido en el transmisor 602 (por ejemplo, duplicación → codificación de canal → entrelazado → mapeo). El procesamiento de anticipación puede incluir también la realización de un desentrelazado antes de la ecualización y la combinación (y de este modo antes de realizar un mapeo inverso).

Se muestra la señal $R_s(s, k)$ 620d de OFDMA desasignada proporcionándose a un primer organizador 632a de subportadoras de anticipación. La salida del primer organizador 632a de subportadoras de anticipación es una señal $R_{dup}(s, k)$ 620e de OFDMA de formato duplicado. La estimación $H_s(s, k)$ 630b de canal desasignada se proporciona a un segundo organizador 632b de subportadoras de anticipación. La salida del segundo organizador 632b de subportadoras de anticipación es una estimación $H_{dup}(s, k)$ 630c de canal de formato duplicado.

Un ecualizador y combinador 634 pueden estar configurados para ecualizar y combinar la señal $R_{dup}(s, k)$ 620e de OFDMA de formato duplicado basándose en un esquema de MRC. Todos los intervalos correspondientes y las señales duplicadas (sub-portadoras) pueden combinarse usando el esquema de MRC. La salida del ecualizador y combinador 634 se muestra como una señal $R_e(u)$ 620f de OFDMA ecualizada.

La ecualización y la combinación pueden realizarse de acuerdo con la ecuación (4):

$$R_e(u) = \frac{R_{dup}(s, u)H_{dup}(s, u)^* + R_{dup}(s, N_u + u)H_{dup}(s, N_u + u)^*}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2} \quad (4)$$

En la ecuación (4), el término s es como se ha indicado anteriormente. El término $u = 1, 2, \dots, N_u$, en la que $N_u = \frac{N_{sc}}{2}$, y en la que N_{sc} es como se ha indicado anteriormente. El término (*) se refiere al complejo conjugado de ().

Un combinador 636 de información de estado de canal (CSI) puede configurarse para realizar la combinación de CSI con respecto a la estimación $H_{dup}(s, k)$ 630c de canal de formato duplicado. La combinación de CSI también puede basarse en un esquema de MRC. La salida del combinador 636 de CSI se muestra como una estimación $H_e(u)$ 630d de CSI.

La combinación de CSI puede realizarse de acuerdo con la ecuación (5):

$$H_e(u) = \frac{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2}{2} \quad (5)$$

Se muestra un componente 638 de SSCQ, en el que el acrónimo SSCQ significa decisión suave (mapeo inverso), escalamiento, ponderación y cuantificación CSI. Se muestran tanto la señal $R_e(u)$ 620f de OFDMA ecualizada como la estimación $H_e(u)$ 630d de CSI proporcionándose como una entrada para el componente 638 de SSCQ. La salida del componente 638 de SSCQ es una señal $R_d(x)$ 620g de OFDMA desasignada. El término $x = 1, 2, \dots, N_x$. El término N_x indica el número de bits suaves codificados para el bloque de codificación, y $N_x = N_u \times N_{mod}$. El término N_{mod} se refiere al orden de modulación. Por ejemplo, $N_{mod} = 2$ si se usa la modulación QPSK.

Un decodificador 640 de canal puede configurarse para realizar la decodificación de canal con respecto a la señal $R_d(x)$ 620g de OFDMA desasignada. El resultado de la decodificación de canal es la carga útil 642.

Tal como se usa en el presente documento, el término "señal 620 de OFDMA" puede referirse en general a cualquier señal portadora de datos que se procesa de acuerdo con técnicas OFDMA. Cada una de entre la señal $R_{ft}(n)$ 620b de OFDMA en el dominio de frecuencia, la señal $R_{sdr}(n)$ 620c de OFDMA desaleatorizada, la señal $R_s(s, k)$ 620d de OFDMA desasignada, la señal $R_{dup}(s, k)$ 620e de OFDMA de formato duplicado, la señal $R_e(u)$ 620f de OFDMA ecualizada, y la señal $R_d(x)$ 620g de OFDMA desasignada representan una señal 620 de OFDMA en diferentes fases de procesamiento por el receptor 604.

Tal como se usa en el presente documento, el término "señal 630 de información de estado de canal" puede referirse, en general, a cualquier señal que esté relacionada para proporcionar una estimación de la información de estado de canal. Cada una de entre la estimación $H_b(n, i)$ 630a de canal, la estimación $H_s(s, k)$ 630b de canal desasignada, la estimación $H_{dup}(s, k)$ 630c de canal de formato duplicado, y la estimación $H_e(u)$ 630d de información de estado de canal representan una señal 630 de estimación de CSI en diferentes fases de procesamiento por el receptor 604.

La figura 7 ilustra una forma en que los pares de duplicación (es decir, los datos que se duplican dentro de una señal 620 de OFDMA) pueden distribuirse a través de diferentes subportadoras 712. Los pares a_1 y a_2 , b_1 y b_2 , c_1 y c_2 , y d_1 y d_2 se duplican respectivamente. El par a_1 y a_2 comprende las partes reales de una primera subportadora 712a y una segunda subportadora 712b, respectivamente. El par b_1 y b_2 comprende las partes imaginarias de la primera subportadora 712a y la segunda subportadora 712b respectivamente. El par c_1 y c_2 comprende las partes reales de una tercera subportadora 712c y una cuarta 712d subportadora respectivamente. El par d_1 y d_2 comprende las partes imaginarias de la tercera subportadora 712c y la cuarta 712d subportadora respectivamente. Cuando los pares de duplicación se distribuyen a través de diferentes subportadoras 712 como se muestra en la figura 7, la ecualización y la combinación basadas en MRC y la combinación de CSI pueden realizarse de acuerdo con las ecuaciones (4) y (5) respectivamente.

La figura 8 ilustra otra forma en que los pares de duplicación pueden distribuirse a través de diferentes subportadoras 812. Los pares a_1 y a_2 , b_1 y b_2 y c_1 y c_2 se duplican respectivamente. El par a_1 y a_2 comprende la parte real de una primera subportadora 812a y la parte imaginaria de una segunda subportadora 812b respectivamente. El par b_1 y b_2 comprende la parte imaginaria de la primera subportadora 812a y la parte real de una tercera subportadora 812c, respectivamente. El par c_1 y c_2 comprende la parte real de la segunda subportadora 812b y la parte imaginaria de la tercera subportadora 812c respectivamente.

Cuando una señal 620 de OFDMA recibida incluye pares de duplicación distribuidos como se muestra en la figura 8, pueden realizarse una ecualización y una combinación basadas en MRC de acuerdo con las ecuaciones (6) a (8):

$$\hat{a} = \frac{\text{Re}\{r_1 \times H_1^*\} + \text{Im}\{r_2 \times H_2^*\}}{|H_1|^2 + |H_2|^2} \quad (6)$$

$$\hat{b} = \frac{\text{Im}\{r_1 \times H_1^*\} + \text{Re}\{r_3 \times H_3^*\}}{|H_1|^2 + |H_3|^2} \quad (7)$$

$$\hat{c} = \frac{\text{Re}\{r_2 \times H_2^*\} + \text{Im}\{r_3 \times H_3^*\}}{|H_2|^2 + |H_3|^2} \quad (8)$$

La combinación de CSI puede realizarse de acuerdo con las ecuaciones (9) a (11):

$$CSI(a) = \frac{|H_1|^2 + |H_2|^2}{2} \quad (9)$$

$$CSI(b) = \frac{|H_1|^2 + |H_3|^2}{2} \quad (10)$$

$$CSI(c) = \frac{|H_2|^2 + |H_3|^2}{2} \quad (11)$$

Dadas $R_{dup}(s, u) = a_1 + jb_1$ y $R_{dup}(s, N_u + u) = c_1 + ja_2$, a continuación, pueden realizarse la ecualización y la combinación para el par de duplicación a_1 y a_2 de acuerdo con la ecuación (12):

$$R_e(u) = \frac{\text{Re}\{X\} + \text{Im}\{Y\}}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2} \quad (12)$$

Dadas $R_{dup}(s, u) = a_1 + jb_1$ y $R_{dup}(s, N_u + u) = b_2 + jc_2$, a continuación, pueden realizarse la ecualización y la combinación para el par de duplicación b_1 y b_2 de acuerdo con la ecuación (13):

$$R_e(u) = \frac{\text{Im}\{X\} + \text{Re}\{Y\}}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2} \quad (13)$$

Dadas $R_{dup}(s, u) = c_1 + ja_2$ y $R_{dup}(s, N_u + u) = b_2 + jc_2$, a continuación, pueden realizarse la ecualización y la combinación para el par de duplicación c_1 y c_2 de acuerdo con la ecuación (14):

$$R_e(u) = \frac{\text{Re}\{X\} + \text{Im}\{Y\}}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2} \quad (14)$$

- 5 En las ecuaciones (12) a (14), $X = R_{dup}(s, u) H_{dup}(s, u)^*$ e $Y = R_{dup}(s, N_u + u) H_{dup}(s, N_u + u)^*$. Los términos s, k, u y N_u son los indicados anteriormente.

La figura 9 ilustra un ejemplo de un procedimiento 900 para decodificar una señal de OFDMA que incluye una señal duplicada. El procedimiento 900 puede realizarse mediante un receptor 604 de OFDMA.

- 10 Cuando se recibe 902 una señal 620a de OFDMA, puede realizarse una operación 904 de FFT, de punto N_{fft} , en la señal 620a de OFDMA recibida, dando como resultado una señal 620b de OFDMA en el dominio de frecuencia. La desaleatorización de subportadora puede realizarse 906 con respecto a la señal 620b de OFDMA en el dominio de frecuencia, dando como resultado una señal 620c de OFDMA desaleatorizada. La señal 620c de OFDMA desaleatorizada puede usarse para realizar 908 la estimación de canal, dando como resultado una estimación 630a de canal.

- 15 Puede realizarse un mapeo inverso de subportadora 910 con respecto a la señal 620c de OFDMA desaleatorizada, dando como resultado una señal 620d de OFDMA desasignada. También puede realizarse un mapeo inverso de subportadora 912 con respecto a la estimación 630a de canal, dando como resultado una estimación 630b de canal desasignada.

- 20 Puede utilizarse un esquema de disposición de subportadora de anticipación para disponer 914 las subportadoras dentro de la señal 620d de OFDMA desasignada en un formato 620e duplicado, y también para disponer 916 las subportadoras dentro de la estimación 630b de canal desasignada en un formato 630c duplicado. A continuación, puede realizarse 918 la ecualización y la combinación con respecto a la señal 620e de OFDMA de formato duplicado. La combinación de CSI puede realizarse 920 con respecto a la estimación 630d de canal de formato duplicado.

- 25 A continuación, pueden realizarse 922 el mapeo inverso, el escalamiento, la ponderación y la cuantificación CSI, dando como resultado una señal 620g desasignada. A continuación, puede realizarse 924 la decodificación de canal con respecto a la señal 620g desasignada, dando como resultado la carga útil 642.

- 30 El procedimiento de la figura 9 descrito anteriormente puede realizarse mediante una variedad de componentes y/o módulos de soportes físicos y/o de soportes lógicos que corresponden a los bloques de medios más función ilustrados en la figura 10. En otras palabras, los bloques 902 a 924 ilustrados en la figura 9 corresponden a los bloques 1002 a 1024 de medios más función ilustrados en la figura 10.

- 35 La figura 11 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo 1102 inalámbrico. El dispositivo 1102 inalámbrico es un ejemplo de un dispositivo que puede configurarse para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. El dispositivo 1102 inalámbrico puede ser una estación 104 base o un terminal 106 de usuario.

- 40 El dispositivo 1102 inalámbrico puede incluir un procesador 1104 que controle el funcionamiento del dispositivo 1102 inalámbrico. El procesador 1104 también puede denominarse como una unidad de procesamiento central (CPU). Una memoria 1106, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 1104. Una parte de la memoria 1106 puede incluir también memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 1104 realiza normalmente operaciones lógicas y aritméticas basadas en las instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 1106. Las instrucciones en la memoria 1106 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

- 45 El dispositivo 1102 inalámbrico puede incluir también una carcasa 1108, que puede incluir un transmisor 1111 y un receptor 1112 para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo 1102 inalámbrico y una localización remota. El transmisor 1111 y el receptor 1112 pueden combinarse en un transceptor 1114. Una antena 1116 puede estar unida a la carcasa 1108 y acoplada eléctricamente al transceptor 1114. El dispositivo 1102 inalámbrico puede incluir también (no mostrado) múltiples transmisores, múltiples receptores, múltiples transceptores y/o múltiples antenas.

- 50 El dispositivo 1102 inalámbrico puede incluir también un detector 1118 de señal que puede usarse para detectar y

cuantificar el nivel de las señales recibidas por el transceptor 1114. El detector 1118 de señal puede detectar señales tales como la energía total, la energía piloto por chips de pseudoruido (PN), la densidad espectral de potencia, y otras señales. El dispositivo 1102 inalámbrico puede incluir también un procesador 1120 de señal digital (DSP) para su uso en las señales de procesamiento.

5 Los diversos componentes del dispositivo 1102 inalámbrico pueden acoplarse entre sí mediante un sistema 1122 de bus que puede incluir un bus de potencia, un bus de señal de control, y un bus de señal de estado además de un bus de datos. Sin embargo, en aras de la claridad, los diversos buses se ilustran en la figura 11 como el sistema 1122 de bus.

10 Como se usa en el presente documento, el término “determinar” abarca una amplia variedad de acciones y, por lo tanto, “determinar” puede incluir calcular, computar, procesar, derivar, investigar, buscar (por ejemplo, buscar en una tabla, una base de datos o en otra estructura de datos), comprobar y similares. Además, “determinar” puede incluir recibir (por ejemplo, la información de recepción), acceder (por ejemplo, acceder a los datos en una memoria) y similares. Además, “determinar” puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

15 La frase “basado en” no significa “basado solo en” salvo que se especifique expresamente lo contrario. En otras palabras, la frase “basado en” describe tanto “basado solo en” como “basado al menos en.”

20 Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en conexión con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de fin general, un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una señal de circuito lógico programable por campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de soporte físico discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de fin general puede ser un microprocesador, pero de manera alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estado disponibles comercialmente. Un procesador puede implementarse también como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores
25 juntos con un núcleo DSP o cualquier otra configuración.

30 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en conexión con la presente divulgación pueden incorporarse directamente en un soporte físico, en un módulo de soporte lógico ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de soporte lógico puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento que se conoce en la técnica. Algunos ejemplos de medios de almacenamiento que pueden usarse incluyen la memoria RAM, la memoria flash, la memoria ROM, la memoria EPROM, la memoria EEPROM, los registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM y así sucesivamente. Un módulo de soporte lógico puede comprender una sola instrucción, o muchas instrucciones, y puede distribuirse sobre varios segmentos de código diferentes, entre distintos programas y a través de múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento puede estar acoplado a un procesador de tal manera que el procesador pueda leer información de, y escribir información
35 en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede formar parte del procesador.

40 Los procedimientos desvelados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones del procedimiento pueden intercambiarse entre sí sin alejarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas pueden modificarse sin alejarse del alcance de las reivindicaciones.

45 Las funciones descritas pueden implementarse en un soporte físico, un soporte lógico, un programa fijo de máquina, o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en un soporte lógico, las funciones pueden almacenarse como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Un medio legible por ordenador puede ser cualquier medio disponible que pueda accederse por un ordenador. A modo de ejemplo, y no como limitación, un medio legible por ordenador puede comprender una RAM, una ROM, una EEPROM, un CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para llevar o almacenar un código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y que pueda accederse por un ordenador. Disco magnético y disco óptico, como se usa en el presente documento, incluye un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico,
50 disco versátil digital (DVD), un disquete y un disco Blu-ray®, en los que por lo general los discos magnéticos reproducen datos de manera magnética, mientras que los discos ópticos reproducen datos de manera óptica con láseres.

55 Los soportes lógicos o instrucciones pueden transmitirse también a través de un medio de transmisión. Por ejemplo, si el soporte lógico se transmite desde un sitio web, un servidor, u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL), o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas como los infrarrojos, la radio y las microondas están incluidos en la definición del medio de transmisión.

Además, debería apreciarse que los módulos y/u otros medios apropiados para realizar los procedimientos y las técnicas descritas en el presente documento, tales como las ilustradas en las figuras 9-10, pueden descargarse y/o de otra modo obtenerse mediante un dispositivo móvil y/o una estación base según corresponda. Por ejemplo, un dispositivo de este tipo puede acoplarse a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. Como alternativa, diversos procedimientos descritos en el presente documento pueden proporcionarse a través de un medio de almacenamiento (por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM) un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o un disquete, etc.), de tal manera que un dispositivo móvil y/o una estación base pueden obtener los diversos procedimientos de acoplamiento o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Por otra parte, puede usarse cualquier otra técnica adecuada para proporcionar los procedimientos y las técnicas descritas en el presente documento a un dispositivo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para procesar una señal de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, recibida que comprende unos pares de duplicación que están distribuidos a través de diferentes subportadoras, que comprende

- 5 realizar un procesamiento de anticipación para disponer las subportadoras dentro de la señal de OFDMA en un formato duplicado que comprende un primer par de duplicación a_1 y a_2 y un segundo par de duplicación b_1 y b_2 , en el que a_1 y a_2 comprenden las partes reales de una primera subportadora y una segunda subportadora y b_1 y b_2 comprenden las partes imaginarias de la primera subportadora y la segunda subportadora;
 10 ecualizar y combinar las subportadoras duplicadas de acuerdo con un esquema de combinación de relación máxima MRC ; y
 realizar un mapeo inverso de la señal de OFDMA, en el que el mapeo inverso se realiza después de que se realice la ecualización y la combinación.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el procesamiento de anticipación comprende un rastreo inverso de un procedimiento de transmisión que se implementa mediante un transmisor de la señal de OFDMA.

- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el que el procesamiento de anticipación comprende realizar un desentrelazado anterior a la ecualización y a la combinación de la señal de OFDMA.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la ecualización y la combinación se realizan como

$$R_e(u) = \frac{R_{dup}(s, u)H_{dup}(s, u)^* + R_{dup}(s, N_u + u)H_{dup}(s, N_u + u)^*}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2},$$

asignado, en la que $s = 1, 2, \dots, N_s$, en la que $u = 1, 2, \dots, N_u$, en la que $N_u = \frac{N_{sc}}{2}$,

- 20 en la que N_{sc} es el número de subportadoras de un intervalo, en la que $R_{dup}()$ es la señal de OFDMA dispuesta en el formato duplicado, y en la que $H_{dup}()$ es una señal de información de estado de canal dispuesta en el formato duplicado.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

- 25 realizar un procesamiento de anticipación para disponer las subportadoras dentro de una señal de CSI, información de estado de canal, en el formato duplicado; comprendiendo además el procedimiento:

realizar la combinación de CSI con respecto a la señal de CSI después de que las subportadoras se han dispuesto en el formato duplicado.

6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que la combinación de CSI se realiza como

$$H_e(u) = \frac{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2}{2},$$

- 30 N_s , en la que $u = 1, 2, \dots, N_u$, en la que $N_u = \frac{N_{sc}}{2}$, en la que N_{sc} es el número de subportadoras de un intervalo, y en la que $H_{dup}()$ es la señal de CSI dispuesta en el formato duplicado.

7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los pares de duplicación comprenden un primer par de duplicación a_1 y a_2 , un segundo par de duplicación b_1 y b_2 , y un tercer par de duplicación c_1 y c_2 , en el que $R_{dup}(s, u) = a_1 + jb_1$ y $R_{dup}(s, N_u + u) = c_1 + jc_2$, y en el que la ecualización y la combinación del primer par de duplicación a_1

- 35 a_2 se realizan como $R_e(u) = \frac{\text{Re}\{X\} + \text{Im}\{Y\}}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2}$, en la que $X = R_{dup}(s, u)H_{dup}(s, u)^*$ e $Y = R_{dup}(s, N_u + u)H_{dup}(s, N_u + u)^*$.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los pares de duplicación comprenden un primer par de duplicación a_1 y a_2 , un segundo par de duplicación b_1 y b_2 , y un tercer par de duplicación c_1 y c_2 , en el que $R_{dup}(s, u) = a_1 + jb_1$ y $R_{dup}(s, N_u + u) = b_2 + jc_2$, y en el que la ecualización y la combinación del segundo par de duplicación b_1

- 40 y b_2 se realizan como $R_e(u) = \frac{\text{Im}\{X\} + \text{Re}\{Y\}}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2}$, en la que $X = R_{dup}(s, u)H_{dup}(s, u)^*$ e $Y = R_{dup}(s, N_u + u)H_{dup}(s, N_u + u)^*$.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los pares de duplicación comprenden un primer par de duplicación a_1 y a_2 , un segundo par de duplicación b_1 y b_2 , y un tercer par de duplicación c_1 y c_2 , en el que $R_{dup}(s, u)$

= $c_1 + ja_2$ y $R_{dup}(s, N_u + u) = b_2 + jc_2$, y en el que la ecualización y la combinación del tercer par de duplicación c_1 y c_2

se realizan como $R_e(u) = \frac{\text{Re}\{X\} + \text{Im}\{Y\}}{|H_{dup}(s, u)|^2 + |H_{dup}(s, N_u + u)|^2}$, en la que $X = R_{dup}(s, u) H_{dup}(s, u)^*$ e $Y = R_{dup}(s, N_u + u) H_{dup}(s, N_u + u)^*$.

5 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la señal duplicada comprende un mensaje de prefijo de trama de enlace descendente DLFP.

11. Un aparato para procesar una señal de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, recibida que comprende unos pares de duplicación que están distribuidos a través de diferentes subportadoras, que comprende:

10 un medio para realizar el procesamiento de anticipación para disponer las subportadoras dentro de la señal de OFDMA en un formato duplicado que comprende un primer par de duplicación a_1 y a_2 y un segundo par de duplicación b_1 y b_2 , en el que a_1 y a_2 comprenden las partes reales de una primera subportadora y una segunda subportadora y b_1 y b_2 comprenden las partes imaginarias de la primera subportadora y la segunda subportadora; un medio para ecualizar y combinar la señal de OFDMA después de que las subportadoras han sido dispuestas en el formato duplicado, en el que la ecualización y la combinación se realizan de acuerdo con un esquema de combinación de relación máxima MRC; y

15 un medio para realizar un mapeo inverso de la señal de OFDMA, en el que el mapeo inverso se realiza después de realizar la ecualización y la combinación.

20 12. El aparato de la reivindicación 11, en el que el medio para disponer comprende un organizador de subportadora de anticipación que está configurado para realizar un procesamiento de anticipación para disponer las subportadoras dentro de la señal de OFDMA en un formato duplicado; el medio para ecualizar y combinar comprende un ecualizador y un combinador; y el medio para realizar un mapeo inverso comprende un realizador de mapeo inverso.

25 13. Un producto de programa de ordenador para procesar una señal de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, recibida que comprende una señal duplicada, comprendiendo el producto de programa de ordenador un medio legible por ordenador que tiene instrucciones en el mismo, comprendiendo las instrucciones un código configurado para implementar el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

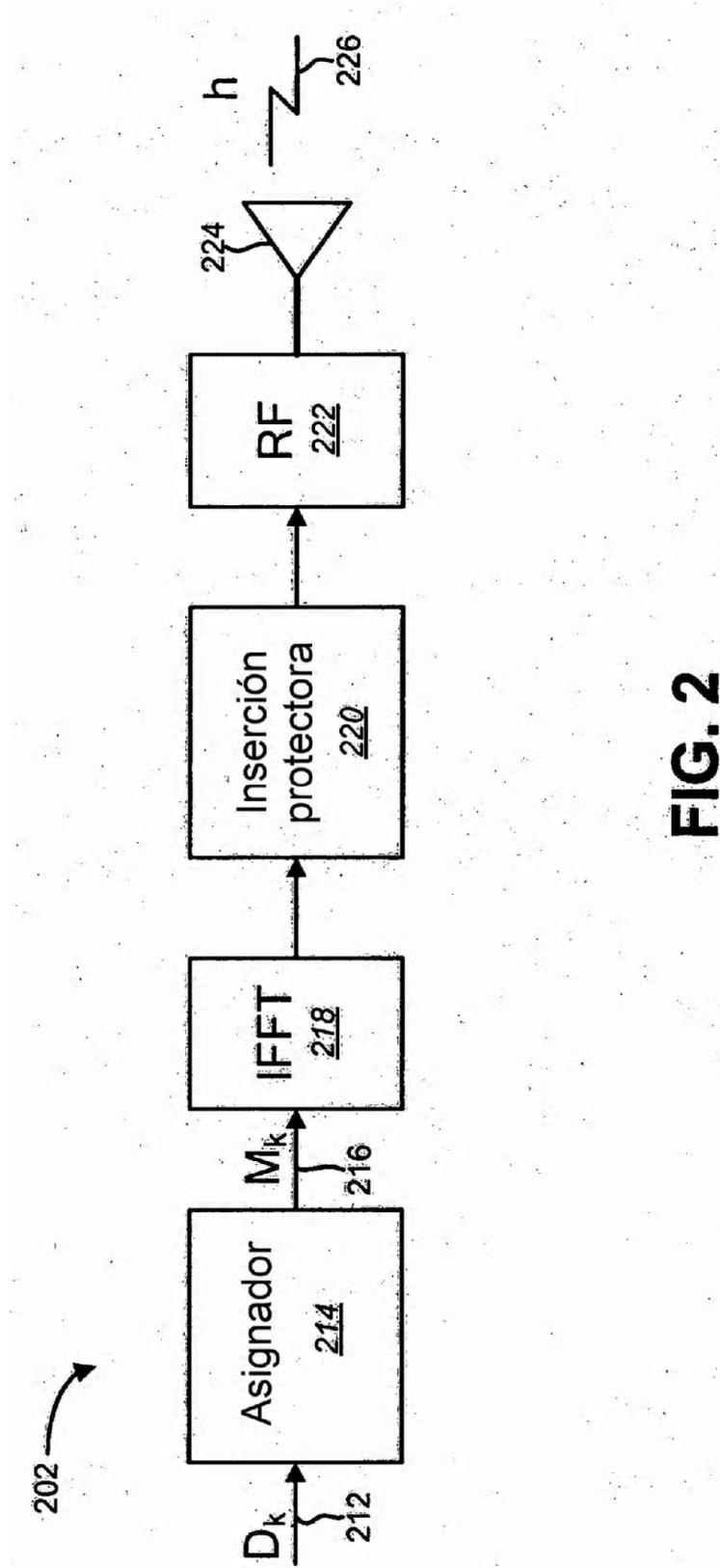


FIG. 2

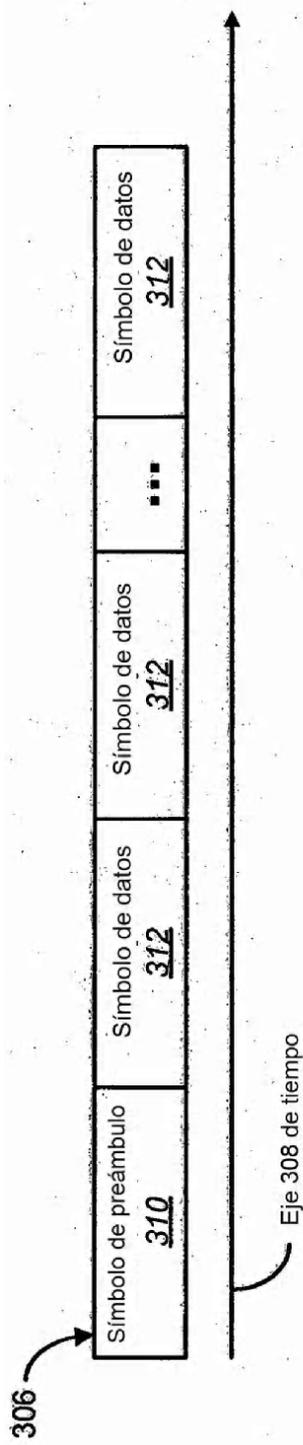


FIG. 3A

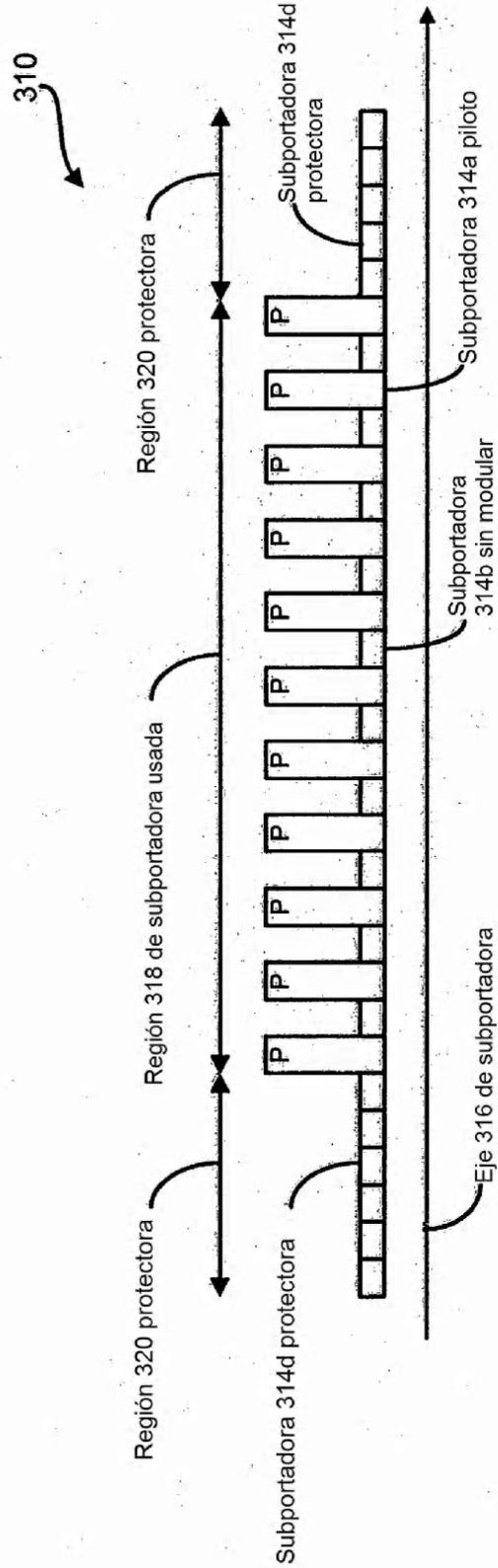


FIG. 3B

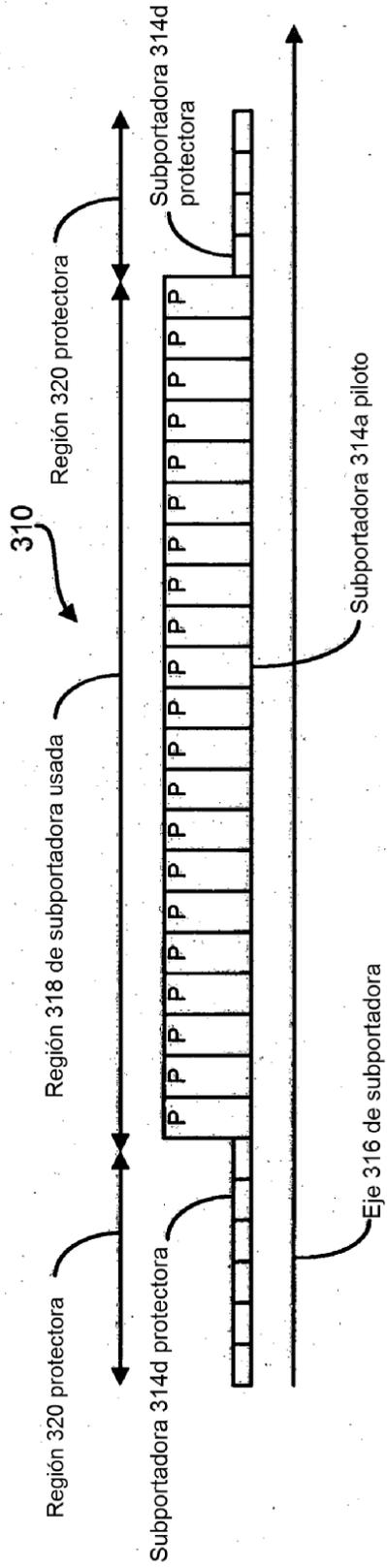


FIG. 3C

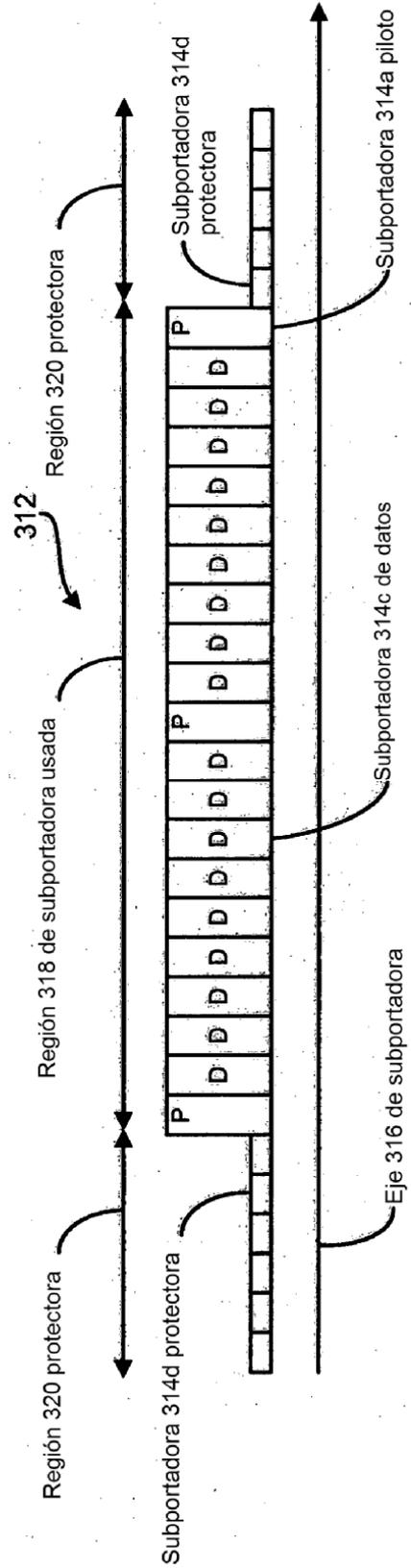


FIG. 3D

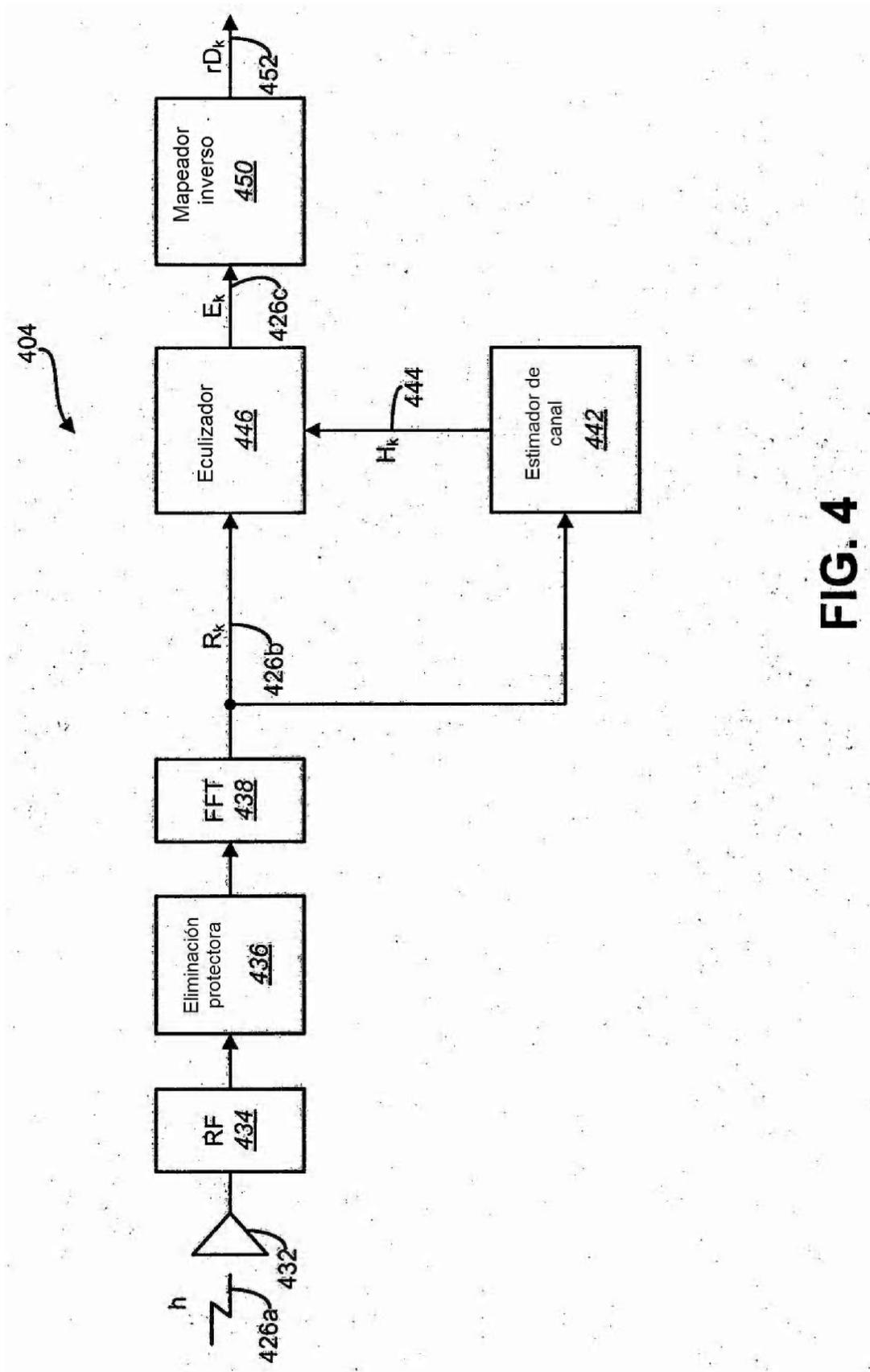


FIG. 4

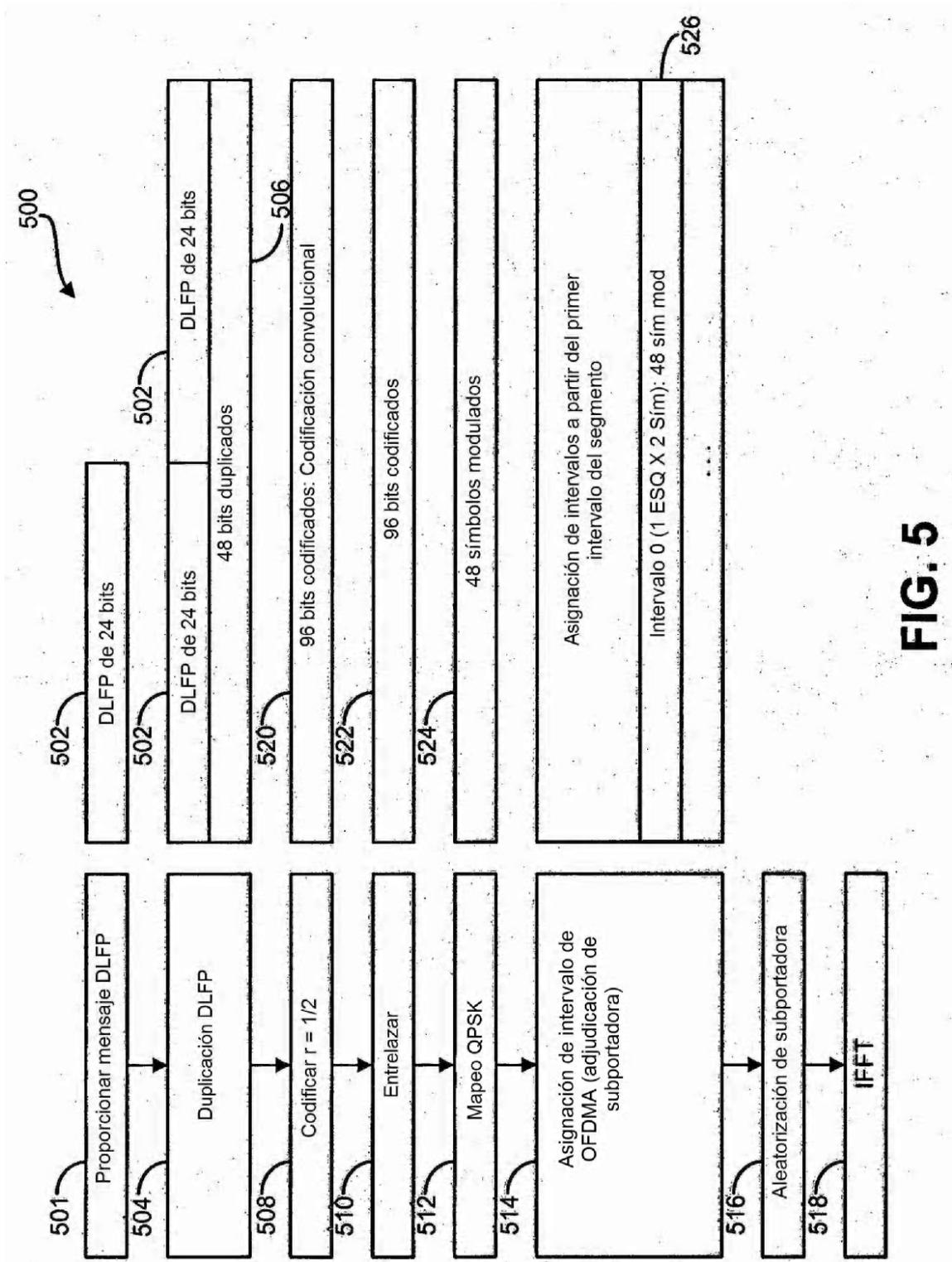


FIG. 5

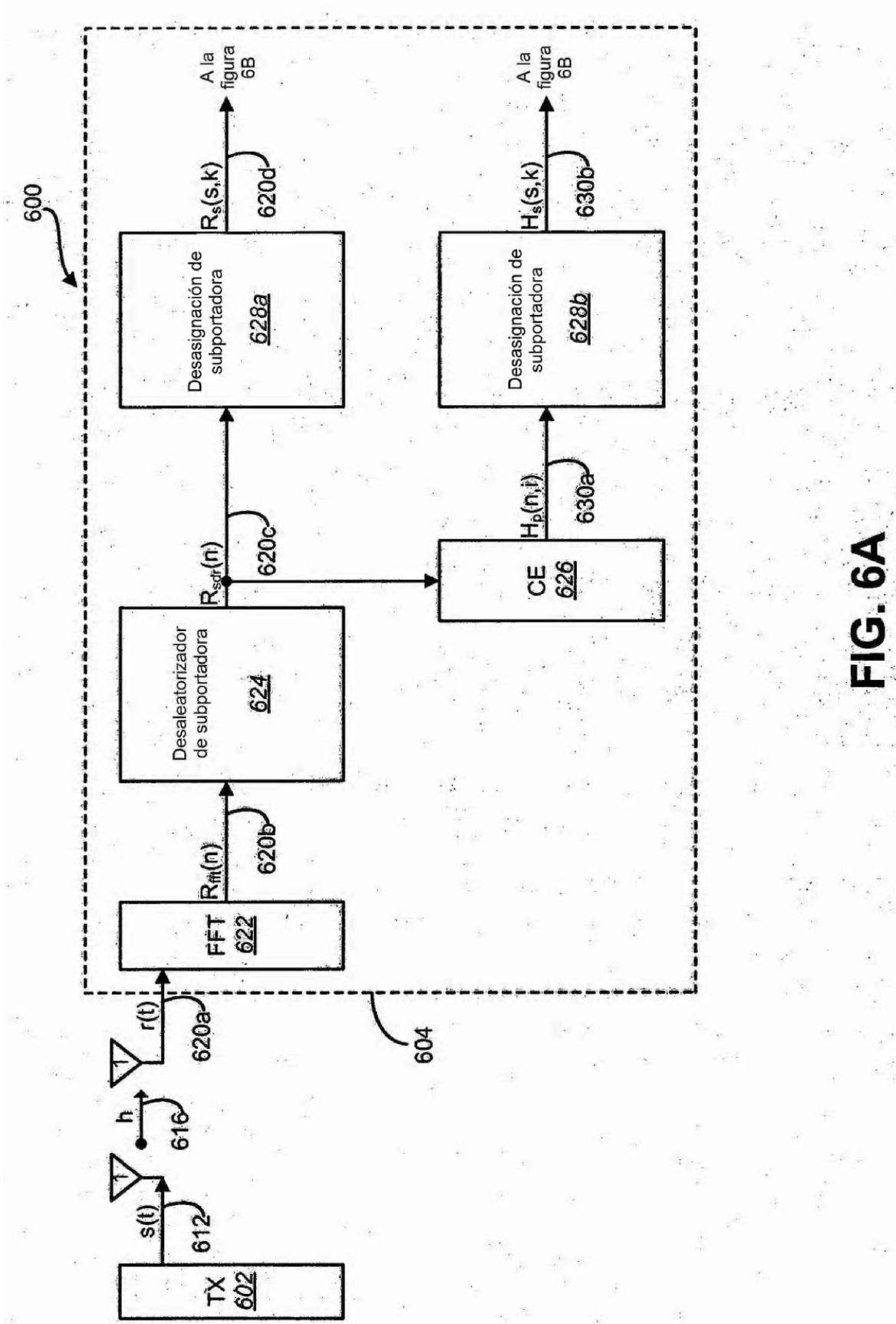


FIG. 6A

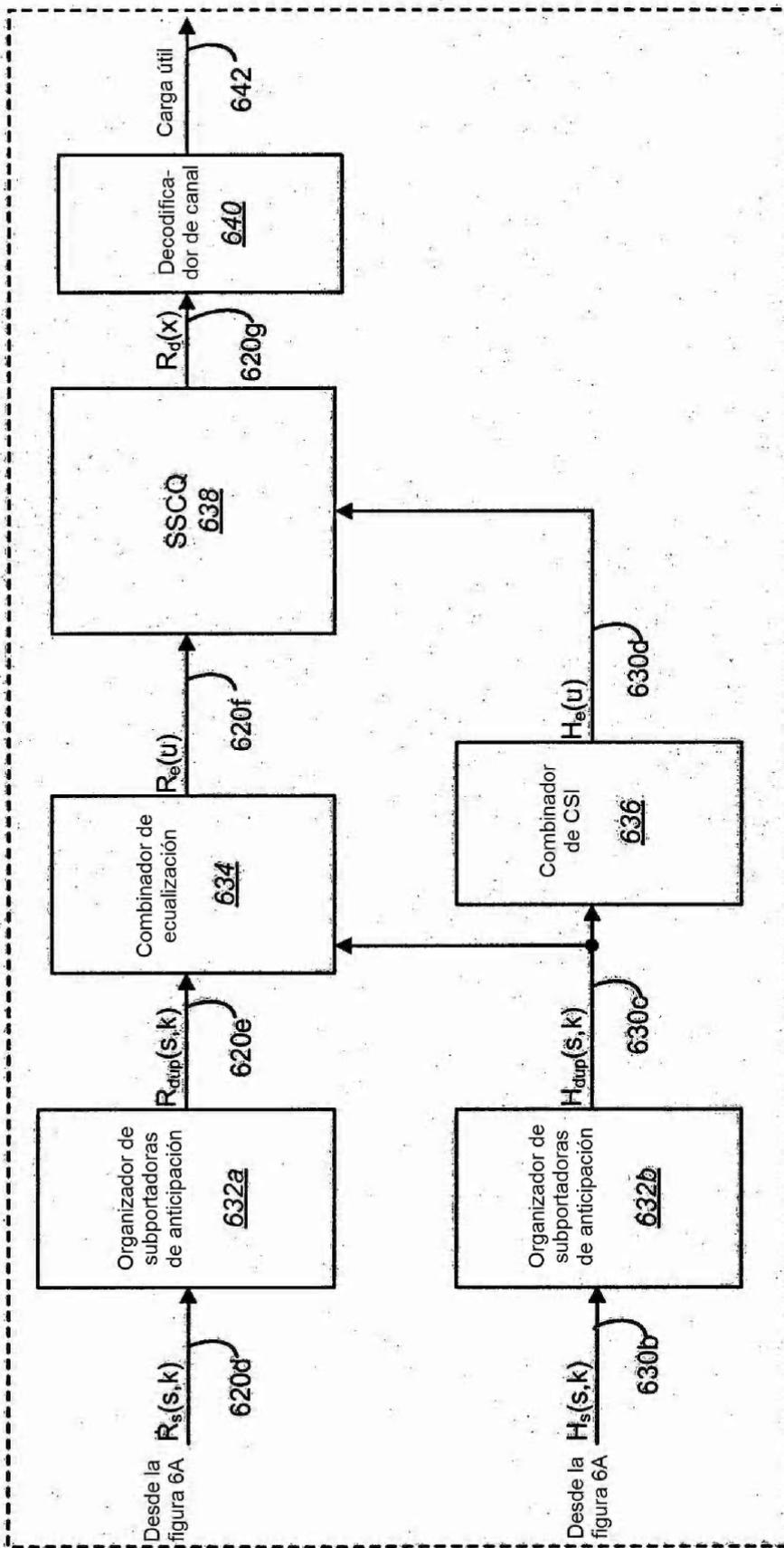


FIG. 6B

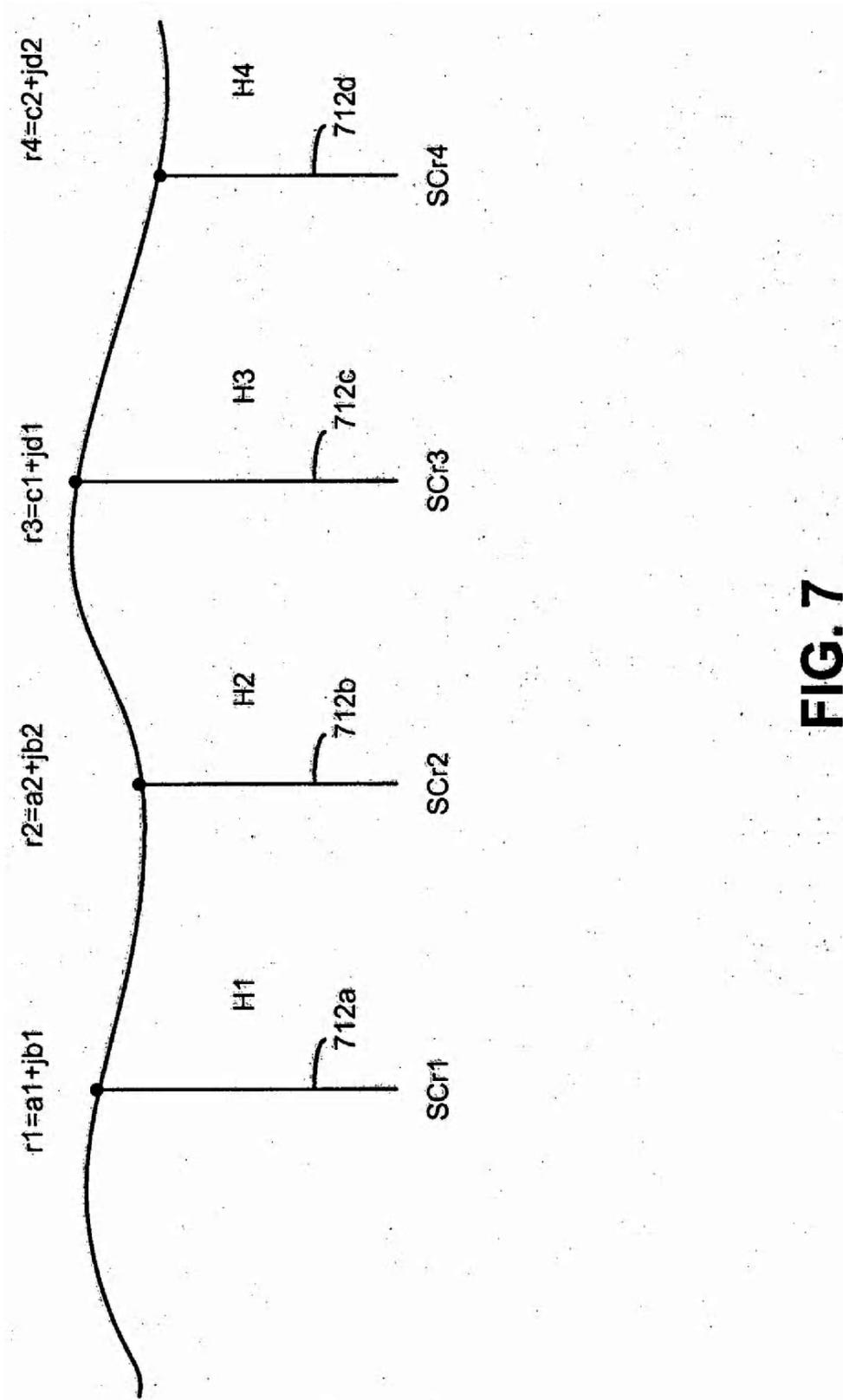


FIG. 7

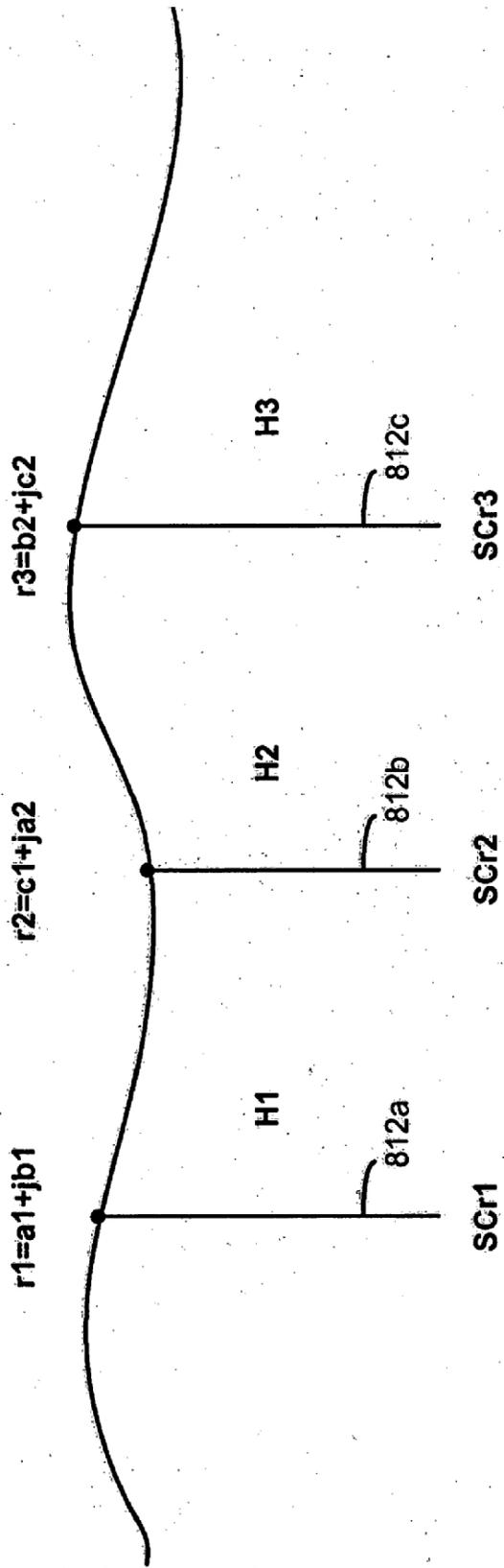


FIG. 8

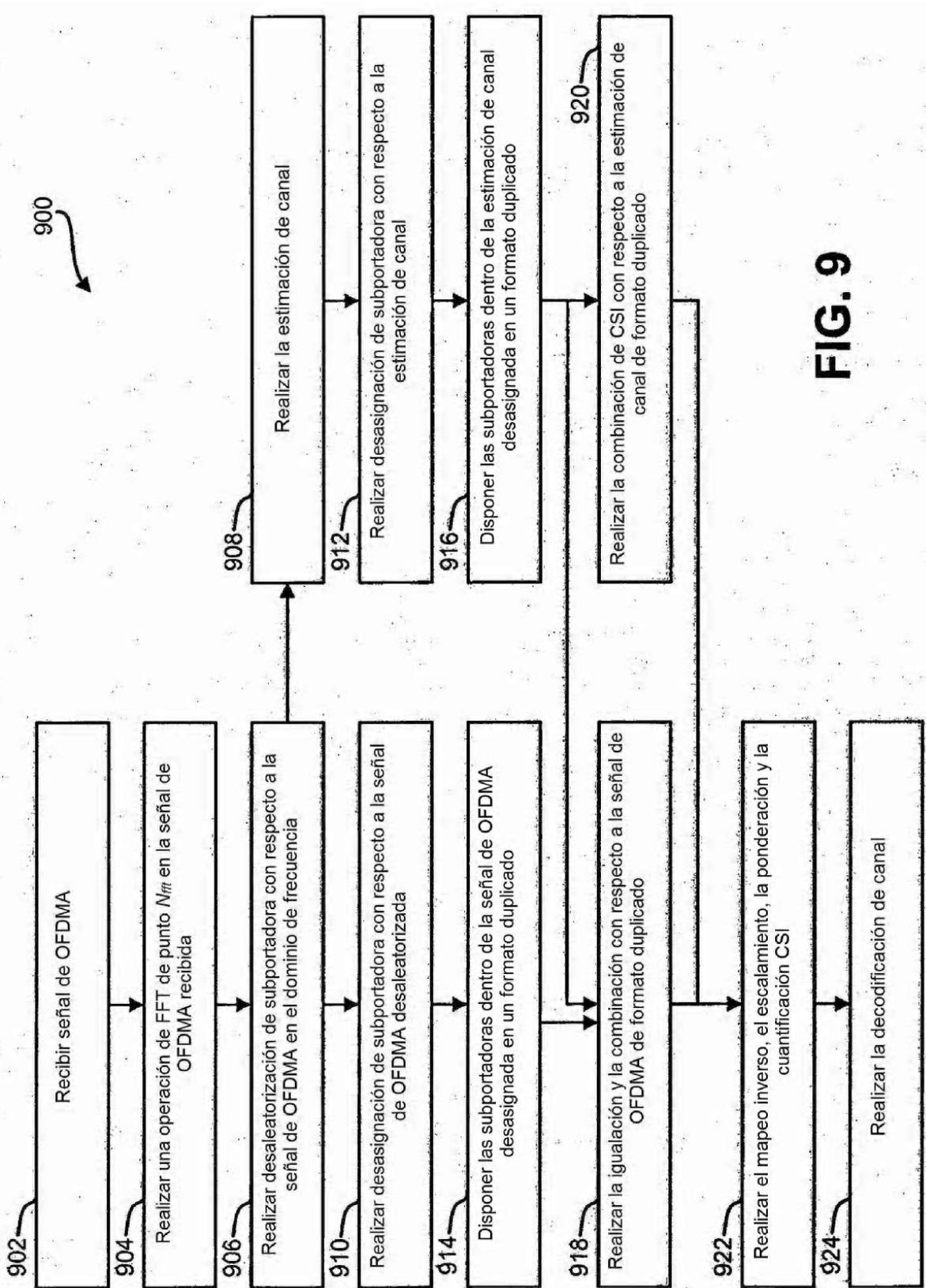


FIG. 9

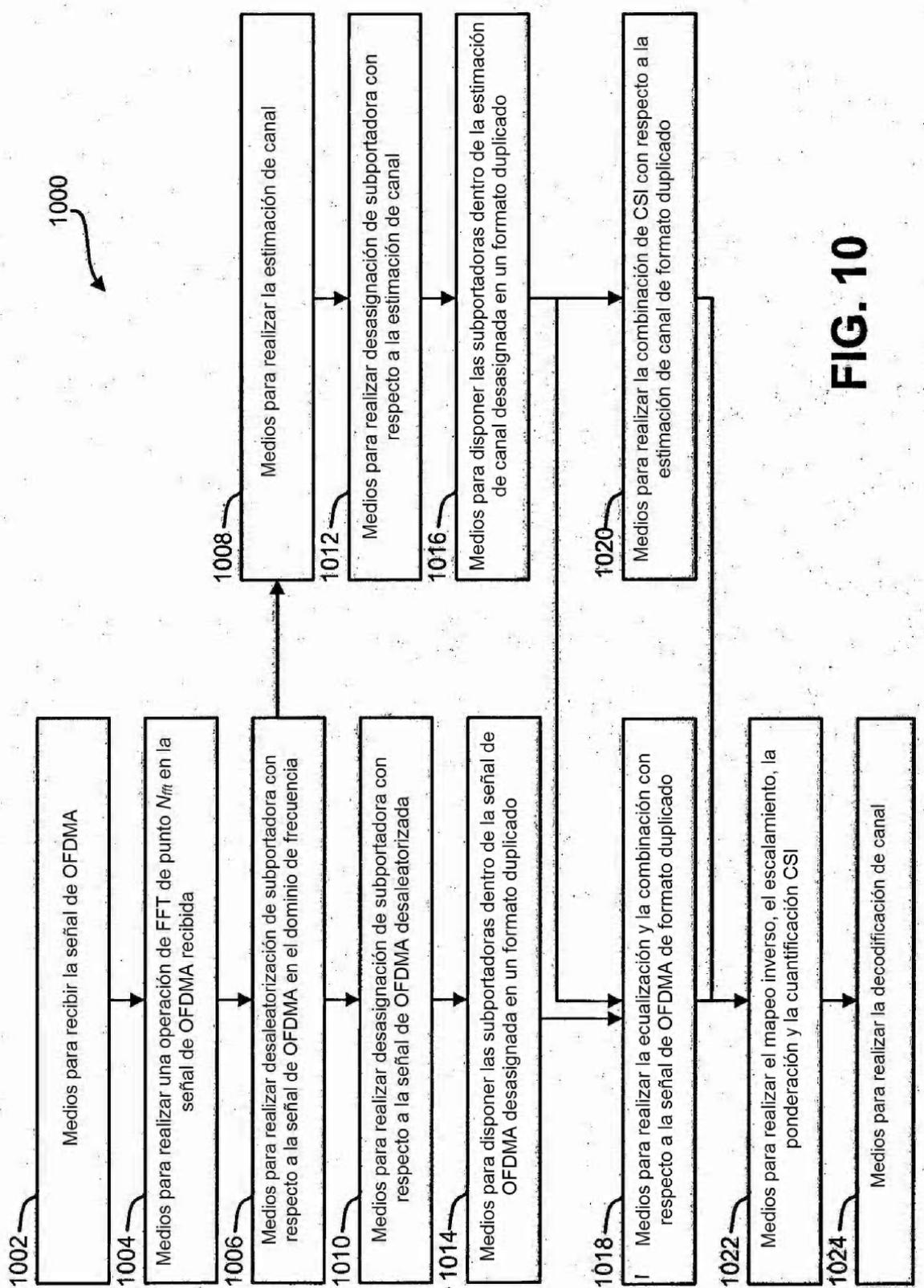


FIG. 10

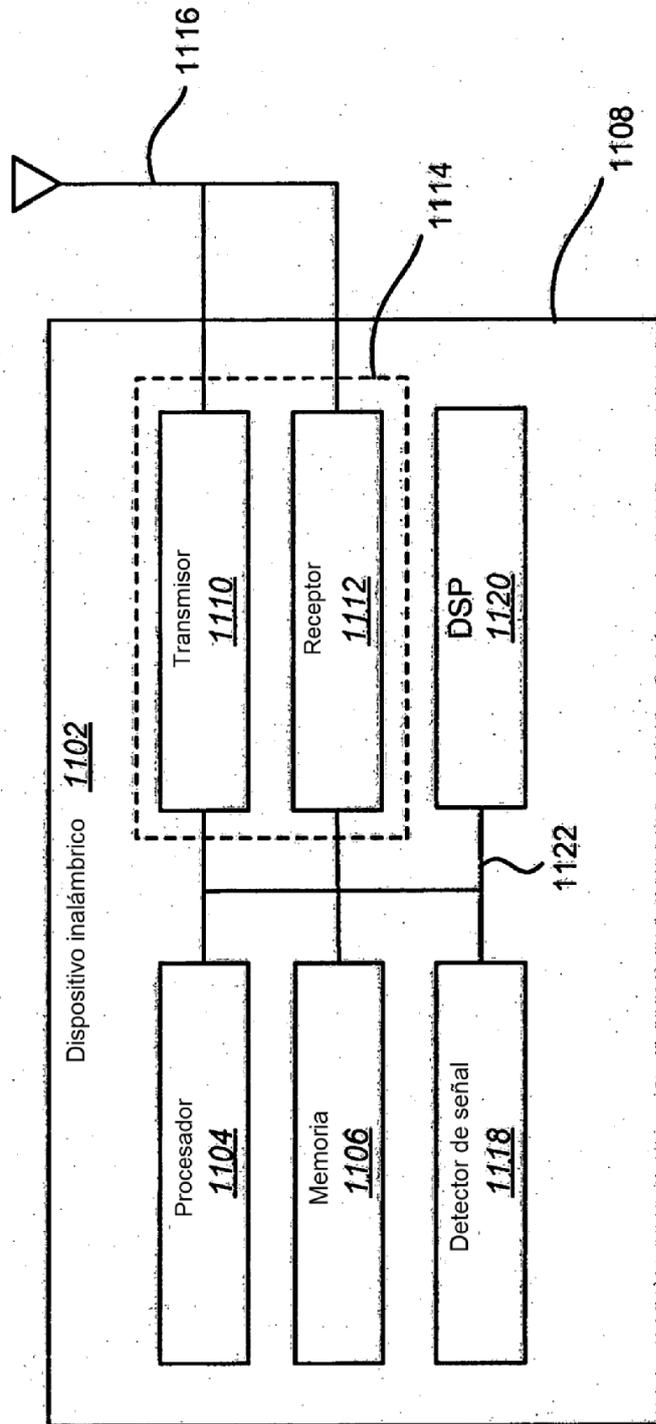


FIG. 11