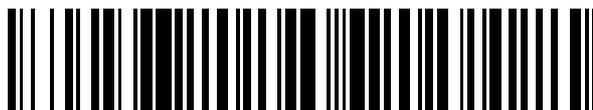


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 622**

51 Int. Cl.:

H04W 72/12 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2009 E 09791745 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2332381**

54 Título: **SDMA multi-canal**

30 Prioridad:

20.08.2008 US 90518 P
19.08.2009 US 543840

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.11.2015

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

SRIDHARA, VINAY;
ABRAHAM, SANTOSH P.;
SAMPATH, HEMANTH y
JONES, VINCENT KNOWLES, IV

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 550 622 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

SDMA multi-canal

La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de Patente de Estados Unidos nº 61/090.518 presentada el 20 de agosto de 2008.

5 **Antecedentes**

Para tratar el problema del aumento de los requisitos de ancho de banda que se demandan para sistemas de comunicaciones inalámbricas, se están desarrollando diferentes esquemas para permitir que múltiples terminales de usuario comuniquen con una única estación base compartiendo el mismo canal (mismos recursos de tiempo y frecuencia) mientras se consiguen altos rendimientos de datos. Un esquema de este tipo es el acceso múltiple por división espacial (SDMA).

En sistemas SDMA, una estación base puede transmitir o recibir diferentes señales a o desde una pluralidad de terminales de usuario móviles al mismo tiempo y usar la misma frecuencia. Para conseguir comunicación de datos fiable, los terminales de usuario pueden necesitar localizarse en direcciones suficientemente diferentes. Las señales independientes pueden transmitirse simultáneamente desde cada una de las antenas separadas en espacio en la estación base. En consecuencia, las transmisiones combinadas pueden ser direccionales, es decir, la señal que se especializa para cada terminal de usuario puede ser relativamente intensa en la dirección de ese terminal de usuario y suficientemente débil en direcciones de otros terminales de usuario. De manera similar, la estación base puede recibir simultáneamente en la misma frecuencia las señales combinadas desde múltiples terminales de usuario a través de cada una de las antenas separadas en espacio, y las señales recibidas combinadas desde múltiples antenas pueden dividirse en señales independientes transmitidas desde cada terminal de usuario aplicando la técnica de procesamiento de señal apropiada.

Un sistema inalámbrico de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) emplea múltiples (N_T) antenas de transmisión y múltiples (N_R) antenas de recepción para transmisión de datos. Un canal de MIMO formado mediante las N_T antenas de transmisión y las N_R antenas de recepción puede descomponerse en N_S canales espaciales, donde $N_S < \min\{N_T, N_R\}$. Los N_S canales espaciales pueden usarse para transmitir N_S flujos de datos independientes para conseguir mayor rendimiento global.

En un sistema de MIMO de múltiple acceso basado en SDMA, un punto de acceso puede comunicar con uno o más terminales de usuario en cualquier momento dado. Si el punto de acceso comunica con un único terminal de usuario, a continuación las N_T antenas de transmisión se asocian con una entidad de transmisión (el punto de acceso o el terminal de usuario), y las N_R antenas de recepción se asocian con una entidad de recepción (el terminal de usuario o el punto de acceso). El punto de acceso puede comunicar también con múltiples terminales de usuario simultáneamente mediante SDMA. Para SDMA, el punto de acceso utiliza múltiples antenas para transmisión y recepción de datos, y cada uno de los terminales de usuario utiliza típicamente una antena para transmisión de datos y múltiples antenas para recepción de datos.

La Solicitud de Patente WO 2008 011 320 desvela un procedimiento para reducir la tara en una red inalámbrica usando SDMA de enlace descendente.

Sumario

Ciertas realizaciones proporcionan un procedimiento para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El procedimiento incluye en general recibir una identificación de canales disponibles para comunicar simultáneamente con una pluralidad de nodos de red inalámbrica mediante un esquema de acceso múltiple por división espacial (SDMA), determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y transmitir paquetes de enlace descendente a al menos alguno de los nodos de red inalámbrica simultáneamente mediante el esquema de SDMA de acuerdo con la planificación.

Ciertas realizaciones proporcionan un procedimiento para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El procedimiento incluye en general enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con los nodos de red inalámbrica como una transmisión de acceso múltiple por división espacial (SDMA) de enlace ascendente y recibir una transmisión de SDMA de enlace descendente en al menos uno de los canales de comunicaciones identificados.

Ciertas realizaciones proporcionan un procedimiento para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El procedimiento incluye en general recibir una identificación de canales disponibles para comunicar con una pluralidad de nodos de red inalámbrica, determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y comunicar la planificación a los nodos de red inalámbrica.

Ciertas realizaciones proporcionan un procedimiento para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de

comunicaciones inalámbricas multi-canal. El procedimiento incluye en general enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con la red inalámbrica, recibir una planificación para comunicar con la red inalámbrica generada basándose en la identificación de canales, y comunicar con la red inalámbrica de acuerdo con la planificación.

5 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general medios para recibir una identificación de canales disponibles para comunicar simultáneamente con una pluralidad de nodos de red inalámbrica mediante un esquema de acceso múltiple por división espacial (SDMA), medios para determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y medios para transmitir paquetes de enlace descendente a al menos algunos de los nodos de red inalámbrica simultáneamente mediante el esquema de SDMA de acuerdo con la planificación.

10 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general medios para enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con los nodos de red inalámbrica como una transmisión de acceso múltiple por división espacial (SDMA) de enlace ascendente, y medios para recibir una transmisión de SDMA de enlace descendente en al menos uno de los canales de comunicaciones identificados.

15 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general medios para recibir una identificación de canales disponibles para comunicar con una pluralidad de nodos de red inalámbrica, medios para determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y medios para comunicar la planificación a los nodos de red inalámbrica.

20 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general medios para enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con la red inalámbrica, medios para recibir una planificación para comunicar con la red inalámbrica generada basándose en la identificación de canales, y medios para comunicar con la red inalámbrica de acuerdo con la planificación.

25 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general un receptor configurado para recibir una identificación de canales disponibles para comunicar simultáneamente con una pluralidad de nodos de red inalámbrica mediante un esquema de acceso múltiple por división espacial (SDMA), un planificador configurado para determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y un transmisor configurado para transmitir paquetes de enlace descendente a al menos alguno de los nodos de red inalámbrica simultáneamente mediante el esquema de SDMA de acuerdo con la planificación.

30 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general un transmisor configurado para enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con los nodos de red inalámbrica como una transmisión de un acceso múltiple por división espacial (SDMA) de enlace ascendente y un receptor configurado para recibir una transmisión de SDMA de enlace descendente en al menos uno de los canales de comunicaciones identificados.

35 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general un receptor configurado para recibir una identificación de canales disponibles para comunicar con una pluralidad de nodos de red inalámbrica, un planificador configurado para determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y lógica configurada para comunicar la planificación a los nodos de red inalámbrica.

40 Ciertas realizaciones proporcionan un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal. El aparato incluye en general un transmisor configurado para enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con la red inalámbrica, un receptor configurado para recibir una planificación para comunicar con la red inalámbrica generada basándose en la identificación de canales, y lógica configurada para comunicar con la red inalámbrica de acuerdo con la planificación.

45 Ciertas realizaciones proporcionan un producto de programa informático para planificar transmisiones de paquetes en una red inalámbrica multi-canal que comprende un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, siendo ejecutables las instrucciones mediante uno o más procesadores. Las instrucciones incluyen en general instrucciones para recibir, desde una pluralidad de nodos de red inalámbrica, una identificación de canales disponibles para comunicar con los nodos de red inalámbrica, determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y comunicar la planificación a los nodos de red inalámbrica.

5 Ciertas realizaciones proporcionan un producto de programa informático para planificar transmisiones de paquetes en una red inalámbrica multi-canal que comprende un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, siendo ejecutables las instrucciones mediante uno o más procesadores. Las instrucciones incluyen en general instrucciones para enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicarse con la red inalámbrica, recibir una planificación para comunicarse con la red inalámbrica generada basándose en la identificación de canales, y comunicarse con la red inalámbrica de acuerdo con la planificación.

10 Ciertas realizaciones proporcionan un producto de programa informático para planificar transmisiones de paquetes en una red inalámbrica multi-canal que comprende un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, siendo ejecutables las instrucciones mediante uno o más procesadores. Las instrucciones incluyen en general instrucciones para recibir una identificación de canales disponibles para comunicarse con una pluralidad de nodos de red inalámbrica, determinar una planificación para transmisión de paquetes para los nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de canales, y comunicarse con la planificación a los nodos de red inalámbrica.

15 Ciertas realizaciones proporcionan un producto de programa informático para planificar transmisiones de paquetes en una red inalámbrica multi-canal que comprende un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, siendo ejecutables las instrucciones mediante uno o más procesadores. Las instrucciones incluyen en general instrucciones para enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicarse con la red inalámbrica, recibir una planificación para comunicarse con la red inalámbrica generada basándose en la identificación de canales, y comunicarse con la red inalámbrica de acuerdo con la planificación.

20 **Breve descripción de los dibujos**

25 De modo que la manera en que las características anteriormente indicadas de la presente divulgación puedan entenderse en detalle, puede hacerse una descripción más particular, brevemente resumida anteriormente, por referencia a las realizaciones, algunas de las que se ilustran en los dibujos adjuntos. Ha de observarse, sin embargo, que los dibujos adjuntos ilustran únicamente ciertas realizaciones típicas de la divulgación y por lo tanto no han de considerarse que limitan su alcance, para la descripción pueden admitir otras realizaciones igualmente eficaces.

La Figura 1 muestra un sistema inalámbrico de acceso múltiple por división espacial MIMO de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente divulgación.

30 La Figura 2 muestra un diagrama de bloques de un punto de acceso y dos terminales de usuario de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 3 ilustra componentes de ejemplo de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 4 ilustra operaciones de ejemplo para planificar transmisiones en un sistema de SDMA de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente divulgación.

35 La Figura 4A ilustra componentes de ejemplo que pueden realizar las operaciones mostradas en la Figura 4.

Las Figuras 5 y 6 son diagramas de temporización de ejemplo que muestran flujos de mensaje de ejemplo para planificar transmisiones en un sistema de SDMA.

Descripción detallada

40 La palabra "ejemplarmente" se usa en el presente documento para significar "que sirve como un ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier realización descrita en el presente documento como "ejemplar" no debe interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones.

45 Las técnicas de transmisión de múltiples antenas descritas en el presente documento pueden usarse en combinación con diversas tecnologías inalámbricas tales como Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM), Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) y así sucesivamente. Múltiples terminales de usuario pueden transmitir/recibir datos concurrentemente mediante diferentes (1) canales de código ortogonal para CDMA, (2) intervalos de tiempo para TDMA o (3) subbandas para OFDM. Un sistema de CDMA puede implementar IS-2000, IS-95, IS-856, CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) o algunas otras normas. Un sistema de OFDM puede implementar IEEE 802.11 o algunas otras normas. Un sistema de TDMA puede implementar GSM o algunas otras normas. Estas diversas normas son conocidas en la técnica.

50 La Figura 1 muestra un sistema 100 de MIMO de múltiple acceso con puntos de acceso y terminales de usuario. Por simplicidad, únicamente se muestra un punto 110 de acceso en la Figura 1. Un punto de acceso es generalmente una estación fija que comunica con los terminales de usuario y puede denominarse también como una estación base o alguna otra terminología. Un terminal de usuario puede ser fijo o móvil y puede denominarse también como una estación móvil, un dispositivo inalámbrico o alguna otra terminología. El punto 110 de acceso puede comunicarse con

uno o más terminales 120 de usuario en cualquier momento dado en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El enlace descendente (es decir, enlace directo) es el enlace de comunicación desde el punto de acceso a los terminales de usuario, y el enlace ascendente (es decir, enlace inverso) es el enlace de comunicación desde los terminales de usuario al punto de acceso. Un terminal de usuario puede comunicar también entre iguales con otro terminal de usuario. Un controlador 130 de sistema se acopla a y proporciona coordinación y control para los puntos de acceso.

Aunque las porciones de la siguiente divulgación describirán terminales 120 de usuario que pueden comunicar mediante SDMA, para ciertas realizaciones, los terminales 120 de usuario pueden incluir también algunos terminales de usuario que no soportan SDMA. Por lo tanto, para tales realizaciones, un AP 110 puede configurarse para comunicar con tanto terminales de usuario de SDMA como no de SDMA. Este enfoque puede permitir convenientemente que versiones antiguas de terminales de usuario (estaciones “heredadas”) permanezcan desplegadas en una empresa, extendiendo su tiempo de vida útil, mientras permite que se introduzcan terminales de usuario de SDMA más nuevos según se considere apropiado.

El sistema 100 emplea antenas de múltiple transmisión y de múltiple recepción para transmisión de datos en el enlace descendente y en el enlace ascendente. El punto 110 de acceso está equipado con N_{ap} antenas y representa la múltiple entrada (MI) para transmisiones de enlace descendente y la múltiple salida (MO) para transmisiones de enlace ascendente. Un conjunto de N_u terminales 120 de usuario seleccionados representa de manera colectiva la múltiple salida para transmisiones de enlace descendente y la múltiple entrada para transmisiones de enlace ascendente. Para SDMA puro, se desea tener $N_{ap} \geq N_u \geq 1$ si los flujos de símbolos de datos para los N_u terminales de usuario no se multiplexan en código, frecuencia o tiempo por algún medio. N_u puede ser mayor que N_{ap} si los flujos de símbolos de datos pueden multiplexarse usando diferentes canales de código con CDMA, conjuntos disjuntos de subbandas con OFDM y así sucesivamente. Cada terminal de usuario seleccionado transmite datos específicos de usuario y/o recibe datos específicos de usuario desde el punto de acceso. En general, cada terminal de usuario seleccionado puede equiparse con una o múltiples antenas (es decir, $N_{ut} \geq 1$). Los N_u terminales de usuario seleccionados pueden tener el mismo o diferente número de antenas.

El sistema 100 de SDMA puede ser un sistema de dúplex por división en el tiempo (TDD) o un sistema de dúplex por división en frecuencia (FDD). Para un sistema TDD, el enlace descendente y el enlace ascendente comparten la misma banda de frecuencia. Para un sistema FDD, el enlace descendente y el enlace ascendente usan diferentes bandas de frecuencia. El sistema 100 de MIMO puede utilizar también una única portadora o múltiples portadoras para transmisión. Cada terminal de usuario puede equiparse con una única antena (por ejemplo, para mantener los costes bajos) o múltiples antenas (por ejemplo, donde pueda soportarse el coste adicional).

La Figura 2 muestra un diagrama de bloques del punto 110 de acceso y dos terminales 120m y 120x de usuario en el sistema 100 de MIMO. El punto 110 de acceso está equipado con N_{ap} antenas 224a a 224ap. El terminal 120m de usuario está equipado con $N_{ut,m}$ antenas 252ma a 252mu, y el terminal 120x de usuario está equipado con $N_{ut,x}$ antenas 252xa a 252xu. El punto 110 de acceso es una entidad de transmisión para el enlace descendente y una entidad de recepción para el enlace ascendente. Cada terminal 120 de usuario es una entidad de transmisión para el enlace ascendente y una entidad de recepción para el enlace descendente. Como se usa en el presente documento, una “entidad de transmisión” es un aparato o dispositivo operado de manera independiente que puede transmitir datos mediante un canal inalámbrico, y una “entidad de recepción” es un aparato operado de manera independiente que puede recibir datos mediante un canal inalámbrico. En la siguiente descripción, el subíndice “dn” indica el enlace descendente, el subíndice “up” indica el enlace ascendente, N_{up} terminales de usuario se seleccionan para transmisión simultánea en el enlace ascendente, N_{dn} terminales de usuario se seleccionan para transmisión simultánea en el enlace descendente, N_{up} puede ser o no igual a N_{dn} , y N_{up} y N_{dn} pueden ser valores estáticos o pueden cambiar para cada intervalo de planificación. La dirección de haz o alguna otra técnica de procesamiento espacial puede usarse en el punto de acceso y en el terminal de usuario.

En el enlace ascendente, en cada terminal 120 de usuario seleccionado para transmisión de enlace ascendente, un procesador 288 de datos de TX recibe datos de tráfico desde una fuente 286 de datos y datos de control desde un controlador 280. El procesador 288 de datos de TX procesa (por ejemplo codifica, intercala y modula) los datos de tráfico $\{d_{up,m}\}$ para el terminal de usuario basándose en los esquemas de modulación y codificación asociados con la tasa seleccionada para el terminal de usuario y proporciona un flujo de símbolos de datos $\{s_{up,m}\}$. Un procesador 290 espacial de TX realiza procesamiento espacial en el flujo de símbolos de datos $\{s_{up,m}\}$ y proporciona $N_{ut,m}$ flujos de símbolo de transmisión para las $N_{ut,m}$ antenas. Cada unidad 254 de transmisor (TMTR) recibe y procesa (por ejemplo, convierte a analógico, amplifica, filtra y convierte aumentando la frecuencia) un flujo de símbolos de transmisión respectivo para generar una señal de enlace ascendente. $N_{ut,m}$ unidades 254 de transmisor proporcionan $N_{ut,m}$ señales de enlace ascendente para transmisión desde $N_{ut,m}$ antenas 252 al punto de acceso.

N_{up} terminales de usuario pueden planificarse para transmisión simultánea en el enlace ascendente. Cada uno de estos terminales de usuario realiza procesamiento espacial en su flujo de símbolos de datos y transmite su conjunto de flujos de símbolos de transmisión en el enlace ascendente al punto de acceso.

En el punto 110 de acceso, N_{ap} antenas 224a a 224ap reciben las señales de enlace ascendente desde todos los N_{up} terminales de usuario que transmiten en el enlace ascendente. Cada antena 224 proporciona una señal recibida

a una respectiva unidad 222 de receptor (RCVR). Cada unidad 222 de receptor realiza procesamiento complementario al realizado mediante la unidad 254 de transmisor y proporciona un flujo de símbolos recibido. Un procesador 240 espacial de RX realiza procesamiento espacial de receptor en los N_{ap} flujos de símbolos recibidos desde N_{ap} unidades 222 de receptor y proporciona N_{up} flujos de símbolos de datos de enlace ascendente recuperados. El procesamiento espacial de receptor se realiza de acuerdo con la inversión de matriz de correlación de canal (CCMI), error cuadrático medio mínimo (MMSE), cancelación de interferencia flexible (SIC) o alguna otra técnica. Cada flujo de símbolos de datos de enlace ascendente recuperado $\{s_{up,m}\}$ es una estimación de un flujo de símbolos de datos $\{s_{up,m}\}$ transmitido mediante un respectivo terminal de usuario. Un procesador 242 de datos de RX procesa (por ejemplo, demodula, desintercala y decodifica) cada flujo de símbolos de datos de enlace ascendente recuperado $\{s_{up,m}\}$ de acuerdo con la tasa usada para ese flujo para obtener datos decodificados. Los datos decodificados para cada terminal de usuario pueden proporcionarse a un sumidero 244 de datos para almacenar y/o a un controlador 230 para procesamiento adicional.

En el enlace descendente, en el punto 110 de acceso, un procesador 210 de datos de TX recibe datos de tráfico desde una fuente 208 de datos para N_{dn} terminales de usuario planificados para transmisión de enlace descendente, datos de control desde un controlador 230, y posiblemente otros datos desde un planificador 234. Los diversos tipos de datos pueden enviarse en diferentes canales de transporte. El procesador 210 de datos de TX procesa (por ejemplo, codifica, intercala y modula) los datos de tráfico para cada terminal de usuario basándose en la tasa seleccionada para ese terminal de usuario. El procesador 210 de datos de TX proporciona N_{dn} flujos de símbolos de datos de enlace descendente para los N_{dn} terminales de usuario. Un procesador 220 espacial de TX realiza procesamiento espacial en los N_{dn} flujos de símbolos de datos de enlace descendente, y proporciona N_{ap} flujos de símbolos de transmisión para las N_{ap} antenas. Cada unidad 222 de transmisor recibe y procesa un flujo de símbolos de transmisión respectivo para generar una señal de enlace descendente. N_{ap} unidades 222 de transmisor que proporcionan N_{ap} señales de enlace descendente para transmisión desde N_{ap} antenas 224 a los terminales de usuario.

En cada terminal 120 de usuario, $N_{ut,m}$ antenas 252 reciben las N_{ap} señales de enlace descendente desde el punto 110 de acceso. Cada unidad 254 de receptor procesa una señal recibida desde una antena 252 asociada y proporciona un flujo de símbolos recibido. Un procesador 260 espacial de RX realiza procesamiento espacial de receptor en $N_{ut,m}$ flujos de símbolos recibidos desde $N_{ut,m}$ unidades 254 de receptor y proporciona un flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperado $\{s_{dn,m}\}$ para el terminal de usuario. El procesamiento espacial de receptor se realiza de acuerdo con la CCMI, MMSE o alguna otra técnica. Un procesador 270 de datos de RX procesa (por ejemplo, demodula, desintercala y decodifica) el flujo de símbolos de datos de enlace descendente recuperado para obtener datos decodificados para el terminal de usuario.

En cada terminal 120 de usuario, un estimador 278 de canal estima la respuesta de canal de enlace descendente y proporciona estimaciones de canal de enlace descendente, que pueden incluir estimaciones de ganancia de canal, estimaciones de SNR y así sucesivamente. De manera similar, un estimador 228 de canal estima la respuesta de canal de enlace ascendente y proporciona estimaciones de canal de enlace ascendente. El controlador 280 para cada terminal de usuario obtiene típicamente la matriz de filtro espacial para el terminal de usuario basándose en la matriz de respuesta de canal de enlace descendente $H_{dn,m}$ para ese terminal de usuario. El controlador 230 obtiene la matriz de filtro espacial para el punto de acceso basándose en la matriz de respuesta de canal de enlace ascendente efectiva $H_{up,eff}$. El controlador 280 para cada terminal de usuario puede enviar información de realimentación (por ejemplo, los vectores de dirección de enlace descendente y/o enlace ascendente, estimaciones de SNR y así sucesivamente) al punto de acceso. Los controladores 230 y 280 controlan también la operación de diversas unidades de procesamiento en el punto 110 de acceso y en el terminal 120 de usuario, respectivamente.

La Figura 3 ilustra diversos componentes que pueden utilizarse en un dispositivo 302 inalámbrico que puede emplearse en el sistema 100. El dispositivo 302 inalámbrico es un ejemplo de un dispositivo que puede configurarse para implementar los diversos procedimientos descritos en el presente documento. El dispositivo 302 inalámbrico puede ser un punto 110 de acceso o un terminal 120 de usuario.

El dispositivo 302 inalámbrico puede incluir un procesador 304 que controla la operación del dispositivo 302 inalámbrico. El procesador 304 puede denominarse también como una unidad de procesamiento central (CPU). La memoria 306, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos al procesador 304. Una porción de la memoria 306 puede incluir también una memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). El procesador 304 típicamente realiza operaciones lógicas y aritméticas basándose en instrucciones de programa almacenadas en la memoria 306. Las instrucciones en la memoria 306 pueden ejecutarse para implementar los procedimientos descritos en el presente documento.

El dispositivo 302 inalámbrico puede incluir también un alojamiento 308 que puede incluir un transmisor 310 y un receptor 312 para permitir transmisión y recepción de datos entre el dispositivo 302 inalámbrico y una localización remota. El transmisor 310 y el receptor 312 pueden combinarse en un transceptor 314. Una pluralidad de antenas 316 de transmisión puede conectarse al alojamiento 308 y acoplarse eléctricamente al transceptor 314. El dispositivo 302 inalámbrico puede incluir también (no mostrado) múltiples transmisores, múltiples receptores y múltiples transceptores.

El dispositivo 302 inalámbrico puede incluir también un detector 318 de señal que puede usarse en un esfuerzo para detectar y cuantificar el nivel de señales recibidas mediante el transceptor 314. El detector 318 de señal puede detectar tales señales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y otras señales. El dispositivo 302 inalámbrico puede incluir también un procesador 320 de señales digitales (DSP) para uso al procesar señales.

Los diversos componentes del dispositivo 302 inalámbrico pueden acoplarse juntos mediante un sistema 322 de buses, que puede incluir un bus de alimentación, un bus de señal de control y un bus de señal de estado además de un bus de datos...

Como se usa en el presente documento, el término "heredado" se refiere en general a nodos de red inalámbrica que soportan 802.11n o versiones anteriores de la norma 802.11.

Aunque se han descrito ciertas técnicas en el presente documento con referencia a SDMA, los expertos en la materia reconocerán que las técnicas pueden aplicarse en general en sistemas que utilizan cualquier tipo de esquemas de acceso múltiple, tal como SDMA, OFDMA, CDMA y combinaciones de los mismos.

SDMA multicanal

Puede usarse SDMA para mejorar la utilización del enlace aéreo planificando múltiples terminales para transmisión y recepción simultánea usando múltiples canales. Pueden enviarse datos a cada uno de los terminales usando flujos espaciales. Ciertas realizaciones de la presente divulgación proporcionan un protocolo para planificación eficaz de los flujos espaciales para múltiples terminales a través de múltiples canales.

Cuando se considera el espectro sin licencia disponible para los sistemas de red de área local inalámbrica (WLAN) 802.11, hay una cantidad significativa de ancho de banda disponible para las transmisiones de paquetes. Típicamente el ancho de banda se divide en diferentes canales que son de 20 MHz de ancho. Si hay más de un canal único libre en un sistema de distribución, la mejor utilización de este recurso posibilitará rendimientos agregados superiores. Ciertas realizaciones de la presente divulgación proporcionan una metodología (protocolo) para combinar SDMA con el uso de múltiples canales para mejorar el rendimiento de red agregado global.

De acuerdo con ciertos aspectos, el protocolo presentado en la presente divulgación permite a un AP determinar una planificación para uso en comunicación con una pluralidad de nodos inalámbricos (por ejemplo, estaciones) a través de una pluralidad de canales inalámbricos. En otras palabras, la planificación puede identificar cuál, de la pluralidad de nodos inalámbricos, comunican en qué canales. De acuerdo con ciertos aspectos, el protocolo puede proporcionar también entrenamiento de estaciones, en el que el AP puede utilizar señales de sondeo recibidas desde las estaciones para determinar información de canal para cada estación. El AP puede usar esta información de canal para optimizar transmisiones de SDMA de enlace descendente posteriores a las estaciones.

La Figura 4 ilustra operaciones de ejemplo para planificar transmisiones en un sistema de SDMA para múltiples usuarios a través de múltiples canales en un sistema de LAN inalámbrica, de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente divulgación. La Figura 4 ilustra operaciones que pueden realizarse mediante tanto los puntos de acceso como operaciones realizadas mediante estaciones. En sistemas de SDMA, las operaciones de estación pueden realizarse simultáneamente mediante múltiples estaciones. Las operaciones ilustradas pueden realizarse mediante cualquier componente adecuado, tales como aquellos descritos anteriormente con referencia a la Figura 3.

En beneficio de la ilustración, las operaciones de la Figura 4 se describen a continuación junto con diagramas de temporización de ejemplo ilustrados en las Figuras 5 y 6. Las operaciones comienzan, en 410, donde un punto de acceso (AP) envía una solicitud a estaciones (STA) para identificación de canales disponibles. Por ejemplo, la solicitud puede tomar la forma de un mensaje de solicitud de canal libre (FCRM) 502 mostrada en las Figuras 5 y 6.

En 420, la solicitud se recibe mediante las STA. En 430, cada STA envía una identificación de canales disponibles. En 440, la identificación de canales disponibles enviada mediante cada STA se recibe mediante el AP. En 450, el AP determina una planificación para transmisiones de paquetes basándose, al menos en parte, en los canales disponibles. En 460, el AP comunica la planificación a las STA. En 470, la planificación se recibe mediante las STA. En 480 y 490, el AP y las STA comunican de acuerdo con la planificación.

Para ciertas realizaciones, el AP puede no necesitar enviar una solicitud para recibir información de canal libre desde las estaciones. Por lo tanto, las operaciones 410 y 420 pueden considerarse opcionales. Para tales realizaciones, las estaciones pueden enviar su información de canal libre periódicamente, o en respuesta a algún otro mecanismo de activación, tal como cuando se detecta un nuevo canal disponible.

Las Figuras 5 y 6 ilustran comunicaciones inalámbricas de ejemplo entre un AP y una pluralidad de estaciones (STA1, STA2, STA3 y STA4) que usan una pluralidad de canales inalámbricos (un canal principal CH1, CH2, CH3 y CH4). En las figuras, los ejes horizontales corresponden a los diferentes canales inalámbricos. Para identificar qué entidad está transmitiendo un mensaje particular, se incluye una etiqueta en el recuadro que representa cada mensaje. Como un ejemplo, la etiqueta "AP" en el recuadro 502 que representa el mensaje de solicitud de canal libre (FCRM) indica que el AP transmite el FCRM 502, mientras las etiquetas separadas para "STA1", "STA2", "STA3" y

“STA4” en los recuadros 504 que representan una trama de libre para envío (CTS) indican que cada una de las diferentes estaciones transmite una trama 504 de CTS.

La Figura 5 es un diagrama de temporización que ilustra un ejemplo para planificar transmisiones de SDMA para múltiples usuarios, de acuerdo con ciertas realizaciones. En el ejemplo ilustrado, las estaciones responden con tramas 504 de libre para envío (CTS) “escalonadas”, que significa que las estaciones envían las tramas de CTS son diferentes momentos.

El ejemplo ilustrado supone lo siguiente. El AP puede transmitir diferentes paquetes en diferentes canales simultáneamente, puede transmitir paquetes en canales no contiguos, y observa todos los cuatro canales libres 1, 2, 3 y 4. La estación 1 observa los canales 1, 2 y 4, la estación 2 observa los canales 1 y 4, la estación 3 observa los canales 1, 3 y 4, mientras la estación 4 observa el canal 1 únicamente. Por lo tanto, una planificación opcional puede ser que el AP use el canal 1 para comunicación de SDMA con todas las estaciones, el canal 2 para comunicación con la estación 2, el canal 3 para comunicación con la estación 3 y el canal 4 para comunicación de SDMA con las estaciones 1, 2 y 3.

Como se muestra en el ejemplo, el AP envía un mensaje 502 de solicitud de canal libre (FCRM), que puede ser un mensaje de multidifusión para un conjunto específico de nodos (por ejemplo, con los nodos identificados en un encabezamiento de MAC). El FCRM 502 puede contener también información en relación con los canales libres observados mediante el AP (por ejemplo, como una lista de canal libre-FCL). El FCRM puede contener también información que indica cuándo los nodos van a responder con su respectiva FCL (por ejemplo, en un Mensaje 506 de Lista de Canal Libre).

De acuerdo con ciertos aspectos, el AP puede enviar también un mensaje 504 de libre para envío (CTS) a sí mismo (CTS a sí mismo) en todos los canales libres identificados, para asegurar aquellos canales para el intercambio de la cantidad de tiempo necesario. Como se ilustra, los mensajes de FCRM y CTS enviados mediante el AP pueden tener un ajuste de campo de duración que da como resultado en ajustes de NAV (para el AP y las estaciones) para proteger los canales el tiempo suficiente para recibir la lista de canales libres e información de sondeo desde todas las estaciones.

En respuesta al FCRM 502 enviado mediante el AP, cada STA puede enviar también una CTS 504 a sí misma en todos los canales libres que esa estación observa. Este mecanismo puede ayudar a asegurar que estos canales se reserven durante un periodo de tiempo hasta que el AP envíe una solicitud de entrenamiento (TRQ 408) y todas las estaciones respondan con una trama 510 de sondeo. Si hay nodos que identifican el mismo canal como libre, pueden realizar algún tipo de arbitraje, por ejemplo, enviar las CTS a sí mismos de una manera escalonada con el orden para cada estación determinado por su ID de estación.

En el ejemplo ilustrado, puesto que todas las estaciones observan el canal principal (canal 1), cada una de las estaciones envía CTS 504 escalonadas en el canal principal, de manera ilustrativa en orden de número de estación. De manera similar, ya que todas las estaciones 1, 2 y 3 observan el canal 4, cada una de estas estaciones envía CTS 504 escalonadas en el canal 4 también. Puesto que la estación 1 es la única estación que observa el canal 2, es la única estación que envía una CTS 504 en el canal 2. De manera similar, ya que la estación 3 es la única estación que observa el canal 3, es la única estación que envía una CTS 504 en el canal 3. Como se ilustra, en este ejemplo, cada estación puede enviar su CTS 504 en cada canal al mismo tiempo especificado para escalar.

Para ayudar al AP a determinar una planificación para comunicación con las estaciones en los múltiples canales, las estaciones pueden proporcionar una indicación de los canales que observan (sus “canales disponibles”) en un mensaje 506 de FCL al AP. Como se ilustra, para ciertas realizaciones, el mensaje 506 de FCL desde cada estación puede transmitirse en el (mismo) canal principal como una transmisión de enlace ascendente de SDMA. Tal planificación de los mensajes 506 de FCL puede especificarse mediante el AP en el FCRM 502. Por ejemplo, el FCRM puede contener información que indica si las estaciones deberían enviar sus mensajes 506 de FCL como una transmisión de UL de SDMA (como se muestra) o de una manera escalonada.

Tras recibir todos los mensajes 506 de FCL desde las STA, el AP puede calcular planificaciones que indican la transmisión de paquetes para diferentes STA que responden, basándose en los “canales disponibles” para cada estación indicados en las listas de canales libres. El AP puede enviar a continuación algún tipo de mensaje multicanal en todos los canales libres para reservar canales alrededor del AP. Un mensaje de este tipo puede elegirse para que sea de “compatibilidad heredada” en términos de capacidades de ajuste de vector de asignación de red (NAV) de manera que las estaciones que no están habilitadas para SDMA puedan ajustar aún sus ajustes NAV en consecuencia. El NAV del mensaje de solicitud de multidifusión debería proteger el canal principal hasta que se reciban todos los acuses de recibo 516 de bloques (BA). Los ajustes de NAV en los canales secundarios (CH2-CH4) pueden establecerse también para proteger aquellos canales para la duración de sus respectivas transmisiones de paquetes.

De acuerdo con ciertos aspectos, el mensaje de solicitud multi-canal puede tomar la forma de mensajes 508 de solicitud de entrenamiento (TRQ). Como con el FCRM 502, de acuerdo con ciertos aspectos, las estaciones pueden responder a los TRQ 508 con CTS 504 escalonadas.

Como se muestra, los TRQ 508 pueden enviarse en los canales libres que están disponibles para múltiples estaciones. Las estaciones que reciben los TRQ 508 pueden responder transmitiendo señales 510 de sondeo. El AP puede utilizar las señales de sondeo para determinar información de canal para cada estación, que puede usarse para optimizar transmisiones 512 de SDMA posteriores. Para ciertas realizaciones, las CTS y las tramas de sondeo pueden mantenerse separadas, como se ilustra, que puede permitir que el formato de estos mensajes sea compatible con estaciones heredadas.

Después del entrenamiento, el AP puede enviar datos a las estaciones. Como se ilustra, el AP puede enviar datos simultáneamente mediante transmisiones 512 de SDMA a las estaciones 1-4 en el canal principal. Puesto que las estaciones 1-3 todas observan el canal 4, el AP puede enviar datos a estas estaciones mediante las transmisiones 512 de SDMA en el canal 4. El AP puede enviar datos mediante transmisiones 514 (no de SDMA) a la estación 1 en el canal 2 y a la estación 3 en el canal 3, ya que estas son las únicas estaciones que observan sus respectivos canales. Como se ilustra, las estaciones pueden realizar acuse de recibo de la recepción de los datos mediante acuses de recibo 516 (BA) de bloques. De acuerdo con ciertos aspectos, las planificaciones para los BA 516 pueden llevarse en el encabezamiento de MAC (de las transmisiones 512 de datos de SDMA). Como se ilustra, todas las estaciones de SDMA pueden contestar con un BA 516 como una transmisión de SDMA de UL en el canal principal.

La Figura 6 es un diagrama de temporización que ilustra otro ejemplo de planificación de transmisiones de SDMA donde se supone que se alinea tiempo de símbolos de múltiples estaciones (por ejemplo, símbolos enviados desde múltiples estaciones llegan al AP sustancialmente alineados). Otras suposiciones para la Figura 6, en relación con la disponibilidad de canal al AP y por estación son las mismas que en la Figura 5.

De nuevo, el AP envía un FCRM 502, que puede ser un mensaje de multidifusión para un conjunto específico de nodos y puede contener también información en relación con los canales libres observados mediante el AP. Debido a la alineación de tiempo de símbolos, sin embargo, en lugar de enviar CTS 504 escalonadas, como en la Figura 5, las estaciones pueden enviar mensajes 604 de CTS simultáneamente en el mismo canal. Como se ilustra, las estaciones 1-4 envían mensajes 604 de CTS simultáneos en el canal principal (canal 1) mientras las estaciones 1-3 envían mensajes 604 de CTS simultáneos en el canal 4. Mientras la estación 1 y la estación 3 son las únicas estaciones que envían mensajes 604 de CTS en el canal 2 y en el canal 3, respectivamente, pueden hacerlo también simultáneamente.

Como se ilustra, los mensajes 604 de CTS simultáneos pueden enviarse de nuevo en respuesta a los mensajes 508 de TRQ enviados mediante el AP después de recibir los mensajes 506 de FCL. Por lo tanto, en el caso de símbolos alineados, el tiempo de transacción global puede reducirse significativamente eliminando la necesidad de mensajes de CTS escalonados.

Las diversas operaciones de procedimientos anteriormente descritos pueden realizarse mediante diverso hardware y/o componente o componentes de software, lógica y/o módulo o módulos que corresponden a bloques de medios más función ilustrados en las figuras. En general, cuando se ilustren procedimientos en las figuras cualquier medio adecuado que tenga figuras de medios más función homólogos correspondientes, los bloques de operación corresponden a los bloques de medios más función con numeración similar. Por ejemplo, las operaciones 410-480 mostradas en la Figura 4 pueden realizarse por medio de 410A-480A mostradas en la Figura 4A.

Como se usa en el presente documento, el término “determinar” abarca una amplia diversidad de acciones. Por ejemplo, “determinar” puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, buscar (por ejemplo, buscar en una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. También, “determinar” puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. También, “determinar” puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

La información y las señales pueden representarse usando cualquiera de una diversidad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, información, señales y similares que pueden hacerse referencia a lo largo de toda la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas o cualquier combinación de los mismos.

Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación pueden implementarse o realizarse con un procesador de fin general, procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una señal de campo de matriz de puertas programables (FPGA) u otro dispositivo de medios programables (PLD), puerta discreta o medios de transistor, componentes de hardware 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 como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estado comercialmente disponibles. 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 junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con la presente divulgación pueden realizarse

directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado mediante un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en cualquier forma de medio de almacenamiento que se conozca en la técnica. Algunos ejemplos de medio de almacenamiento que pueden usarse incluyen memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM y así sucesivamente. Un módulo de software puede comprender una única instrucción, o muchas instrucciones y puede distribuirse a través de varios diferentes segmentos de código, entre diferentes programas, y a través de múltiples medios de almacenamiento. Un medio de almacenamiento puede acoplarse a un procesador de manera que el procesador puede leer información desde, y escribir información, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede ser integral al procesador.

5 Los procedimientos desvelados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para conseguir el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de 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 uso de las etapas y/o acciones específicas puede modificarse sin alejarse del alcance de las reivindicaciones.

15 Las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse como una o más instrucciones en un medio legible por ordenador. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible que puede accederse mediante un ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, tal medio legible por ordenador puede comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que puede usarse para llevar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y que puede accederse mediante un ordenador. Disco (disk) y disco (disc), como se usa en el presente documento, incluyen disco compacto (CD), laser disc, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray® donde los discos (disk) reproducen normalmente datos magnéticamente, mientras los discos (disc) reproducen datos ópticamente con láseres.

20 El software o las instrucciones pueden transmitirse también a través de un medio de transmisión. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, DSL o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio de transmisión.

30 Además, debería apreciarse que los módulos y/u otros medios apropiados para realizar los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento pueden descargarse y/u obtenerse de otra manera mediante un terminal de usuario y/o estación base cuando sea aplicable. 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 mediante medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio de almacenamiento físico tal como un disco compacto (CD) o disco flexible, etc.), de manera que un terminal de usuario y/o estación base pueda obtener los diversos procedimientos tras acoplar o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, puede utilizarse cualquier otra técnica adecuada para proporcionar los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento a un dispositivo.

40 Se ha de entender que las reivindicaciones no están limitadas a la configuración y componentes precisos anteriormente ilustrados. Pueden realizarse diversas modificaciones, cambios y variaciones en la disposición, operación y detalles de los procedimientos y aparatos anteriormente descritos sin alejarse del alcance de las reivindicaciones.

45

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal, que comprende:
 - 5 recibir mediante una transmisión de acceso múltiple por división espacial, SDMA, de enlace ascendente desde al menos un nodo de red inalámbrica una identificación de canales disponibles para comunicar simultáneamente con una pluralidad de nodos de red inalámbrica;
 - determinar una planificación para transmisión de paquetes para la pluralidad de nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de los canales disponibles;
 - 10 transmitir la planificación a cada uno de la pluralidad de nodos de red inalámbrica; y
 - transmitir paquetes de enlace descendente a al menos algunos de los nodos de red inalámbrica en al menos uno de los canales disponibles identificados simultáneamente mediante respectivas transmisiones de SDMA de enlace descendente de acuerdo con la planificación transmitida.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende:
 - 15 enviar un mensaje de solicitud, a la pluralidad de nodos de red inalámbrica, para la identificación de los canales disponibles para comunicar simultáneamente con la pluralidad de nodos de red inalámbrica; y
 - recibir, a través de un canal principal compartido, la identificación de los canales disponibles para comunicar con la pluralidad de nodos de red inalámbrica en respuesta al mensaje de solicitud.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el mensaje de solicitud comprende al menos uno de un mensaje de multidifusión o un mensaje de difusión a múltiples nodos de red inalámbrica.
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el mensaje de solicitud contiene información que indica que múltiples nodos inalámbricos deben responder al mensaje de solicitud con respuestas escalonadas en el tiempo.
5. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el mensaje de solicitud contiene información que indica que múltiples nodos inalámbricos deben responder al mensaje de solicitud simultáneamente.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende:
 - 25 recibir una lista de canales disponibles desde múltiples nodos de red inalámbrica en un único canal de comunicaciones principal simultáneamente como una transmisión de SDMA de enlace ascendente.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que transmitir los paquetes de enlace descendente a al menos algunos de los nodos de red inalámbrica simultáneamente comprende transmitir paquetes de enlace descendente a al menos uno de los nodos de red inalámbrica en múltiples canales simultáneamente.
- 30 8. El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende:
 - recibir mensajes de acuse de recibo desde múltiples nodos de red inalámbrica en un único canal de comunicaciones principal simultáneamente como una transmisión de SDMA de enlace ascendente.
9. Un procedimiento mediante un nodo de red inalámbrica para intercambiar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal, que comprende:
 - 35 enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con una pluralidad de nodos de red inalámbrica como una transmisión de acceso múltiple por división espacial de enlace ascendente SDMA;
 - recibir una planificación que está basada en el uno o más canales identificados; y
 - recibir una transmisión de SDMA de enlace descendente en al menos uno de los canales identificados de acuerdo con la planificación.
- 40 10. El procedimiento de la reivindicación 9, que además comprende recibir un mensaje de solicitud que solicita la identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con los nodos de red inalámbrica.
11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que el mensaje de solicitud indica la identificación de canales desde múltiples nodos de red inalámbrica que deben enviarse en un único canal de comunicaciones principal.
12. El procedimiento de la reivindicación 10, que además comprende:
 - 45 responder al mensaje de solicitud con un mensaje de libre para envío (CTS) que tiene un formato compatible con una o más de la familia de estándares IEEE 802.11.
13. Un aparato para planificar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal, que comprende:
 - 50 medios (440A) para recibir mediante una transmisión de acceso múltiple por división espacial de enlace ascendente, SDMA, desde al menos un nodo de red inalámbrica una identificación de canales disponibles para

- comunicar simultáneamente con una pluralidad de nodos de red inalámbrica;
medios (450A) para determinar una planificación para transmisión de paquetes para la pluralidad de nodos de red inalámbrica basándose en la identificación de los canales disponibles;
medios (460A) para transmitir la planificación a cada uno de la pluralidad de nodos de red inalámbrica;
- 5 y
medios (490A) para transmitir paquetes de enlace descendente a al menos alguno de los nodos de red inalámbrica en al menos uno de los canales disponibles identificados simultáneamente mediante respectivas transmisiones de SDMA de enlace descendente de acuerdo con la planificación transmitida.
- 10 14. Un aparato de nodo de red inalámbrica para intercambiar transmisiones de paquetes en un sistema de comunicaciones inalámbricas multi-canal, que comprende:
- medios (430A) para enviar una identificación de uno o más canales disponibles para comunicar con una pluralidad de nodos de red inalámbrica como una transmisión de acceso múltiple por división espacial (SDMA) de enlace ascendente;
- 15 medios (470A) para recibir una planificación que está basada en el uno o más canales identificados;
- y
medios (480A) para recibir una transmisión de SDMA de enlace descendente en al menos uno de los canales identificados de acuerdo con la planificación.
- 20 15. Un producto de programa de ordenados que comprende un medio legible por ordenador que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, siendo ejecutables las instrucciones mediante uno o más procesadores y originando las instrucciones que el uno o más procesadores realicen el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 o 9 a 12.

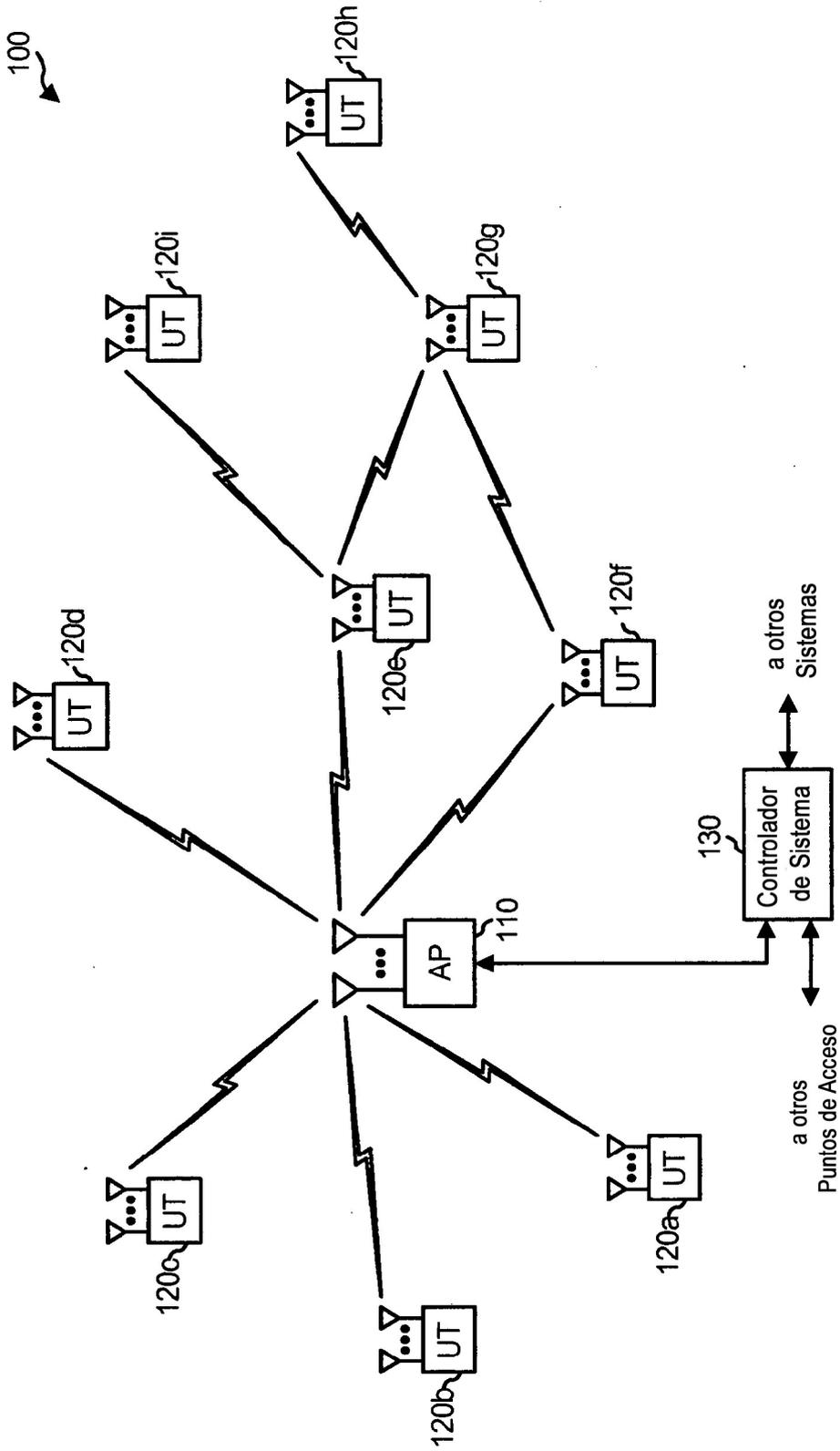


FIG. 1

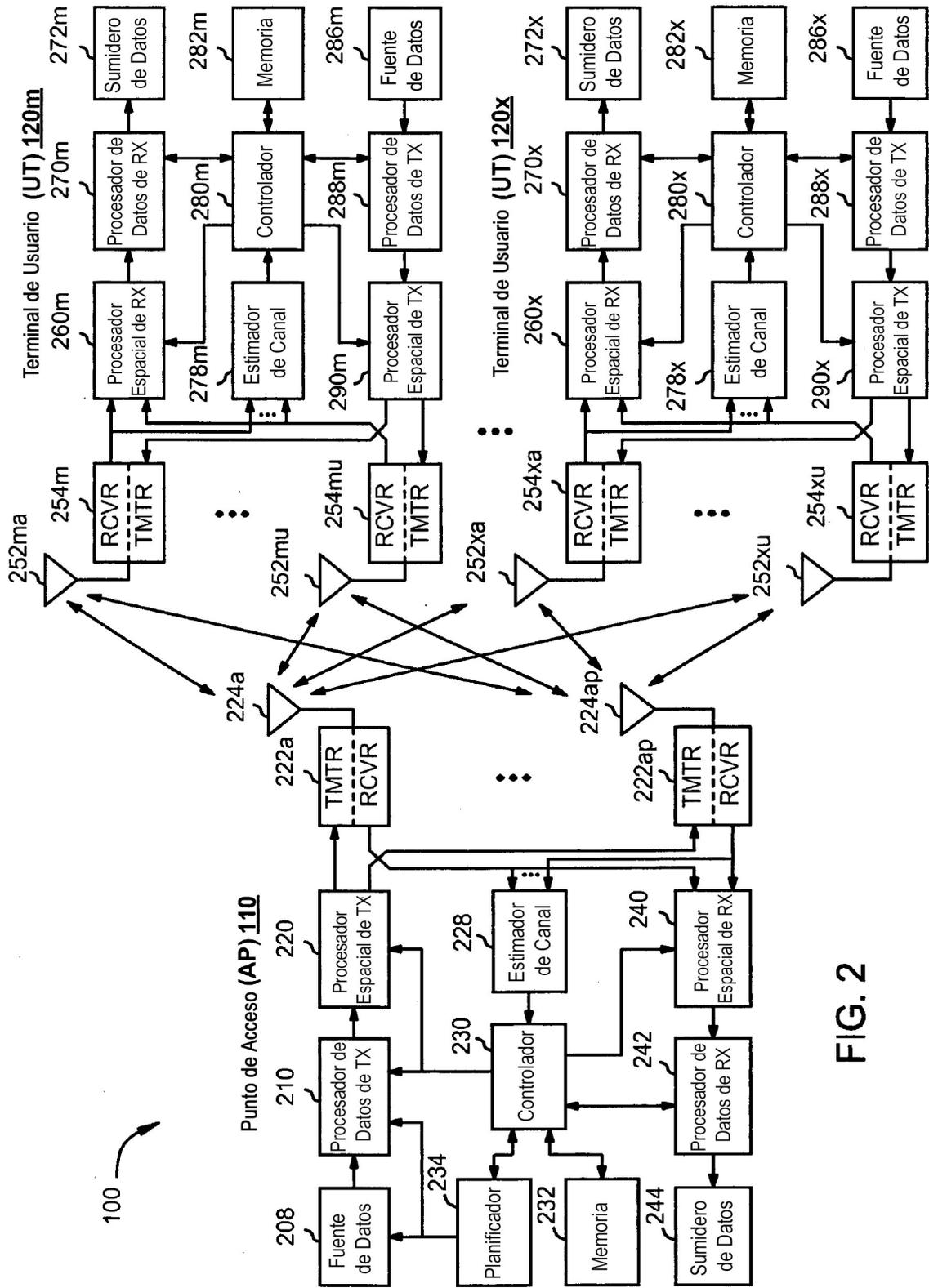


FIG. 2

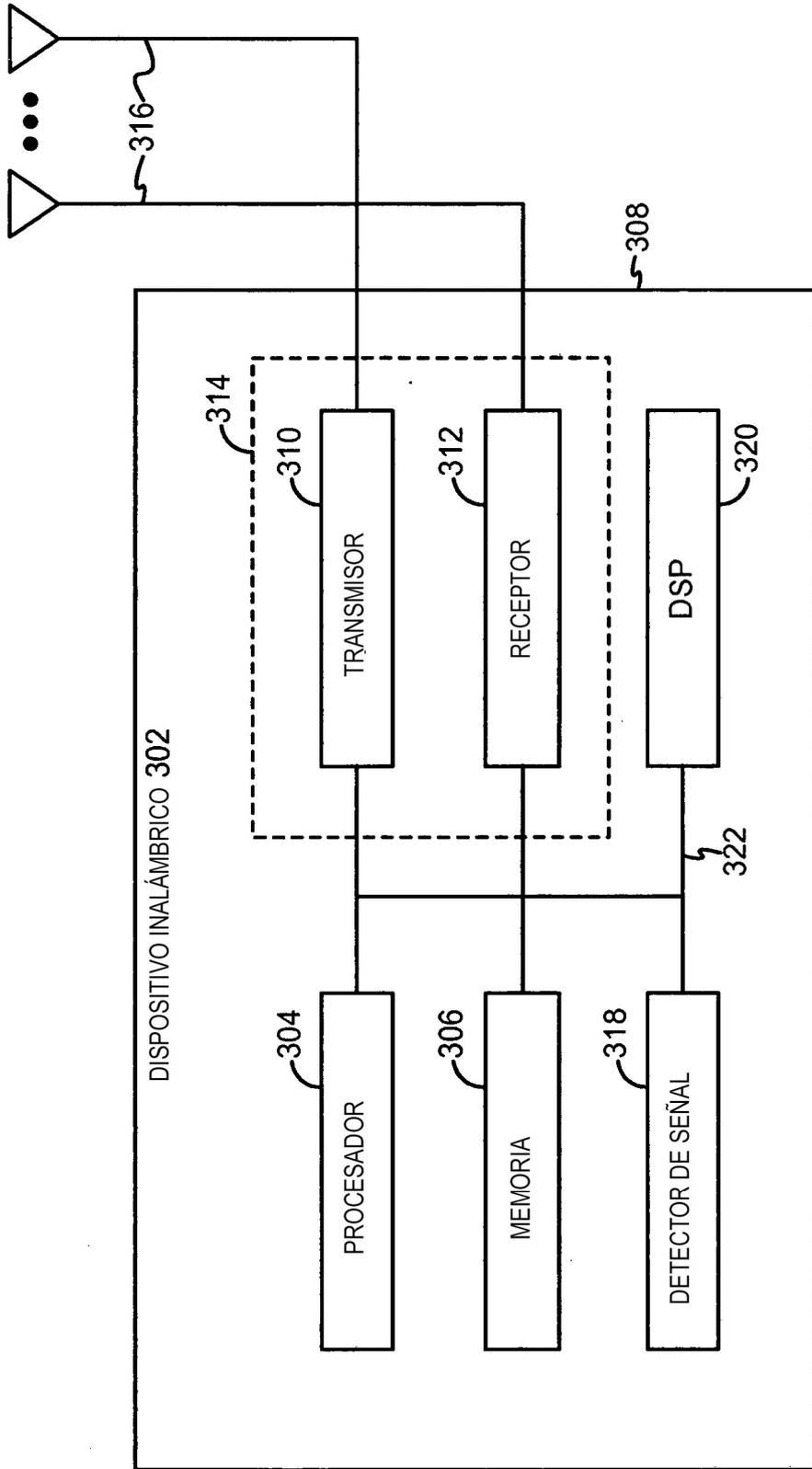


FIG. 3

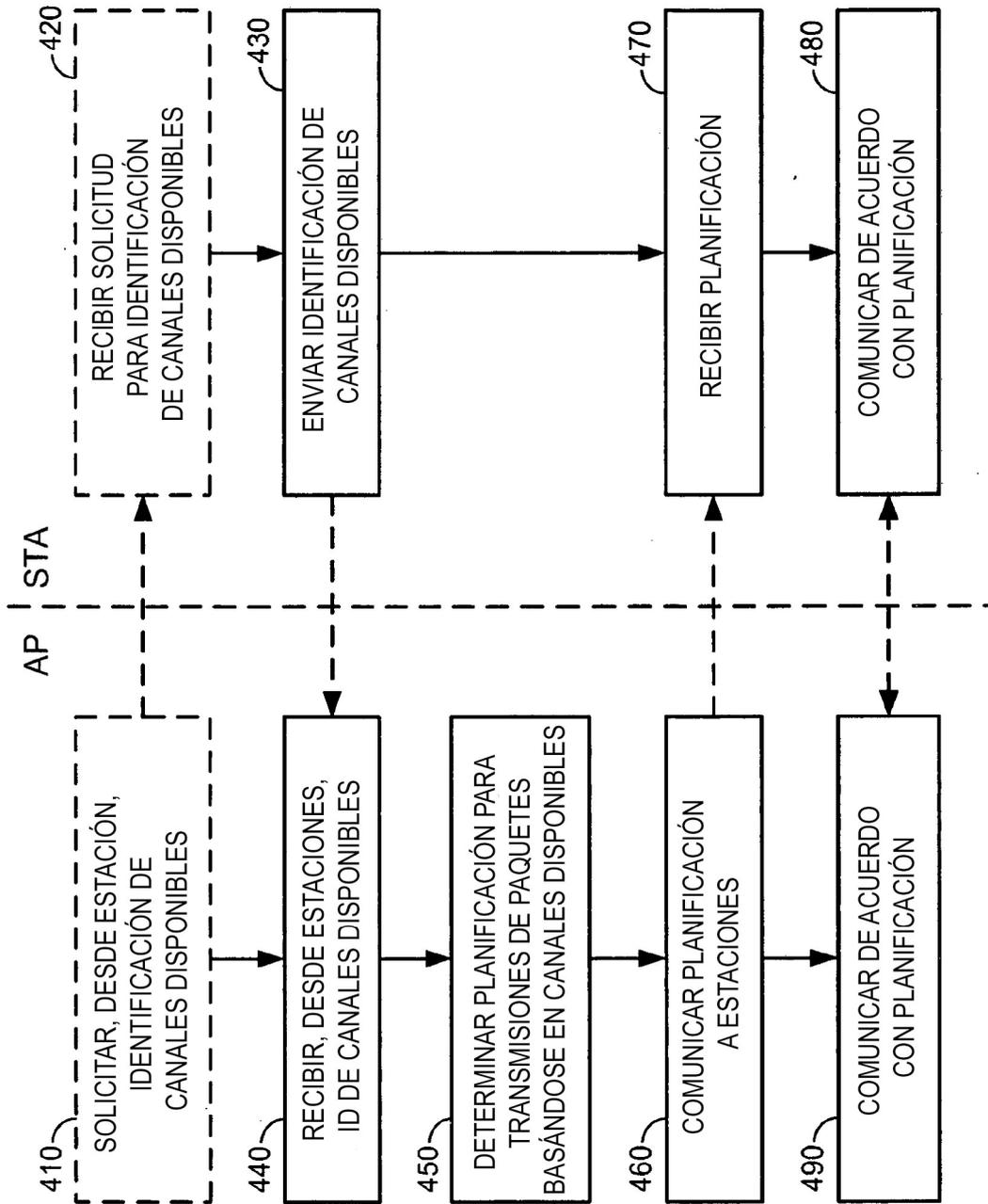


FIG. 4

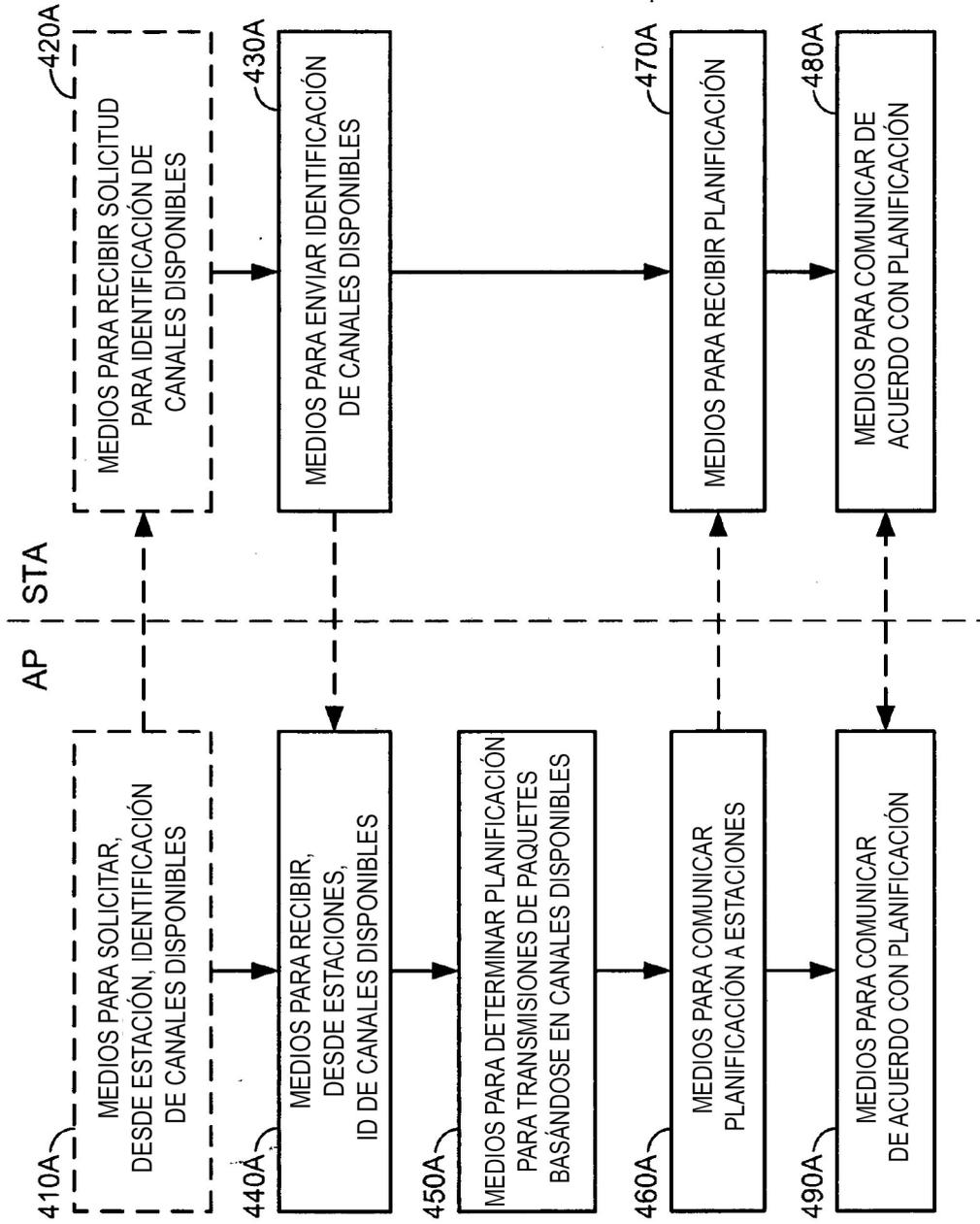


FIG. 4A

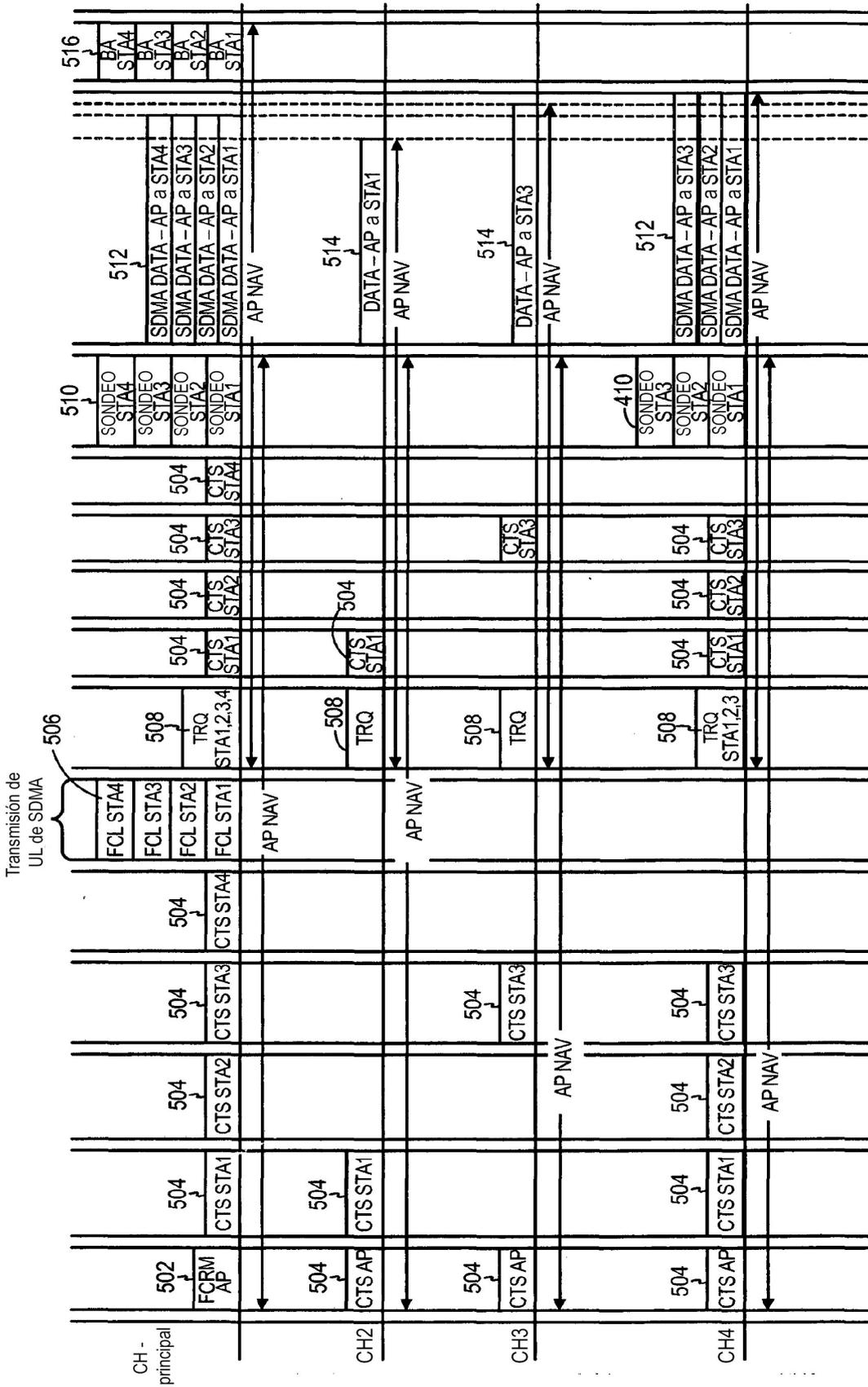


FIG. 5

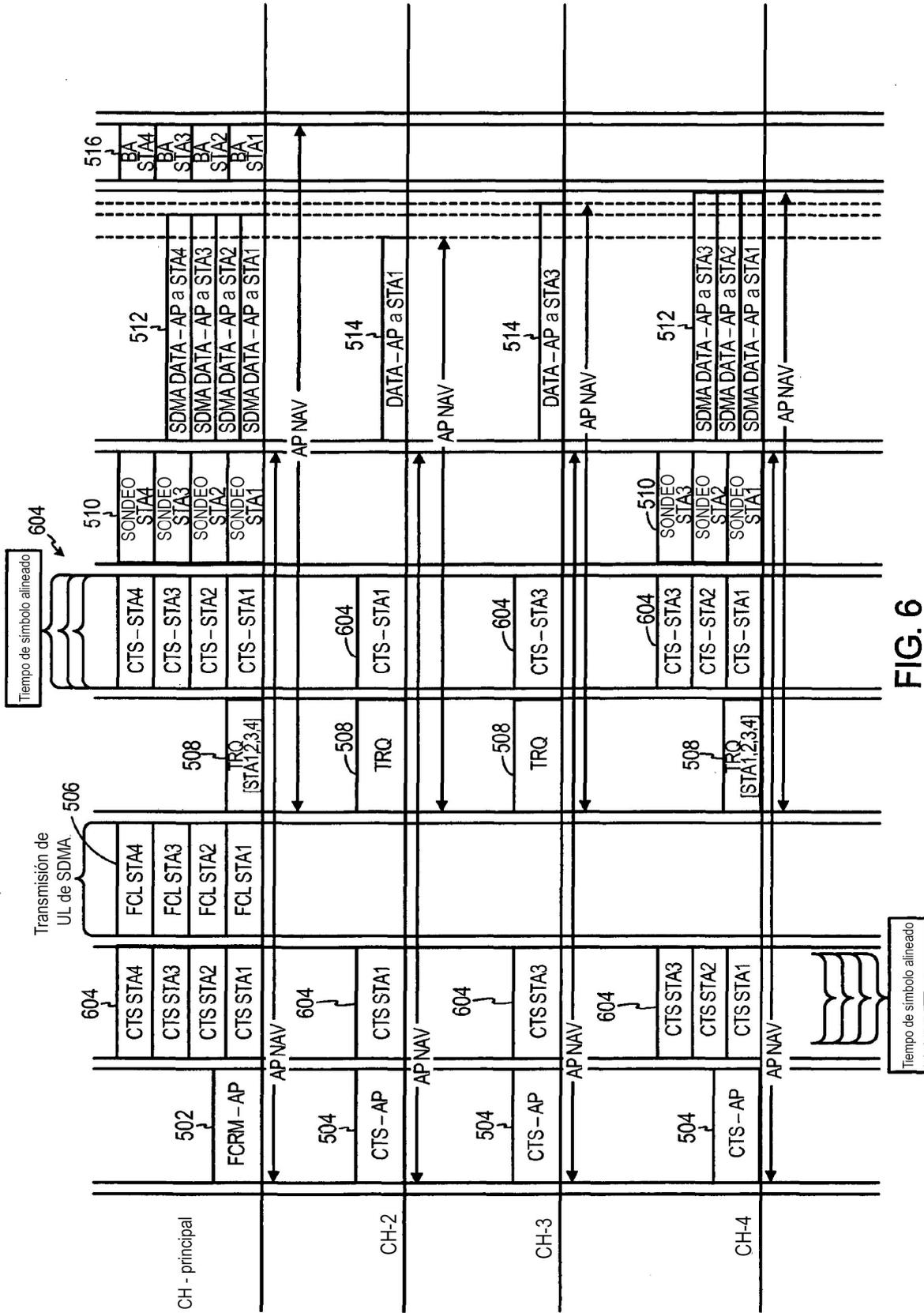


FIG. 6