

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 313**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2007.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04W 72/12 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2013 E 18151557 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3327947**

54 Título: **Programación de transmisión para datos de entrada múltiple, salida múltiple, multiusuario**

30 Prioridad:

02.10.2012 US 201213633849

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

01.09.2020

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**DU, SHU;
JIA, ZHANFENG;
ZHANG, NING;
GAO, QINGHAI y
SRINIVASAN BABU, BALAJI**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 781 313 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

Programación de transmisión para datos de entrada múltiple, salida múltiple, multiusuario

5 ANTECEDENTES DE LA DIVULGACIÓN

10 **[0001]** El documento IEEE 802.11 se refiere a un conjunto de estándares para implementar la comunicación de red de área local inalámbrica (WLAN) en, por ejemplo, las bandas de frecuencia de 2,4, 3,6 y 5 GHz. La comunicación de WLAN permite que un dispositivo intercambie datos de forma inalámbrica con uno o más dispositivos. La marca de Wi-Fi Alliance Wi-Fi® es una marca comercial para productos de WLAN que usan cualquiera de los estándares IEEE 802.11. IEEE 802.11ac es un nuevo estándar que se está desarrollando para admitir operaciones de muy alto rendimiento (VHT) en la banda de frecuencia de 5 GHz. Para obtener esta operación de VHT, un dispositivo 802.11ac usa un ancho de banda amplio de RF (radiofrecuencia) de hasta 160 MHz, de hasta 8 secuencias espaciales de MIMO (entrada múltiple, salida múltiple, que se refiere a múltiples antenas usadas tanto en el transmisor como en el receptor), MU-MIMO (que se refiere a una MIMO multiusuario que permite que un terminal transmita (o reciba) señales a/desde múltiples usuarios en la misma banda de frecuencia simultáneamente) y una modulación de alta densidad de hasta 256 QAM (modulación de amplitud en cuadratura).

20 **[0002]** La formación de haces es una técnica que usa transmisión o recepción de señal direccional con múltiples antenas para lograr selectividad espacial. Por ejemplo, un transmisor puede controlar la fase y la amplitud de las señales en cada antena para crear un patrón de interferencia constructiva y destructiva en el frente de onda. Para formar correctamente un haz para la comunicación de MIMO, el transmisor necesita conocer la información del estado del canal (CSI). Para obtener la CSI, el transmisor puede enviar una señal conocida a un dispositivo, lo que permite que ese dispositivo genere información sobre el canal. El dispositivo puede enviar, a continuación, esta CSI de vuelta al transmisor, que a su vez puede aplicar las fases y amplitudes correctas para formar el haz optimizado dirigido al dispositivo. Este proceso se denomina sondeo de canal o estimación de canal (al que se hace referencia como proceso de sondeo en el presente documento).

30 **[0003]** En la comunicación 802.11ac, un punto de acceso (AP) puede usar el proceso de sondeo para recopilar CSI de una o más estaciones de destino potenciales. Después de esto, el AP puede usar la CSI recopilada como la estimación actual del canal para enviar datos de enlace descendente a múltiples estaciones en una trama de MU-MIMO. Debe observarse que la CSI recopilada también se puede usar para enviar datos de enlace descendente a una estación en una trama de SU-MIMO, en la que SU-MIMO es una MIMO de usuario único (una técnica de formación de haces que usa múltiples antenas en una estación).

40 **[0004]** El documento B. Bellalta y col., "On the Performance of Packet Aggregation in IEEE 802.11ac MU-MIMO WLANs", DOI: 10.1109/LCOMM.2012.081612.120744, <http://arxiv.org/abs/1204.0643>, 26 de julio de 2012, está relacionado con un esquema de agregación en WLAN de MU-MIMO de IEEE 802.11ac diseñado para maximizar el rendimiento. En cada transmisión, el esquema programa las estaciones en secuencias paralelas respectivas. El esquema intenta enviar tantos paquetes como sea posible en cada transmisión, priorizando las estaciones con más paquetes esperando en la cola.

45 **[0005]** El documento L. X. Cai y col., "A Distributed Multi-User MIMO MAC Protocol for Wireless Local Area Networks", Proc. of the IEEE Globecom 2008, nov. 30 - dic. 4, 2008, Nueva Orleans, propone un protocolo distribuido de control de acceso medio (MAC) multiusuario (MU) para redes inalámbricas de área local (WLAN) con capacidad de MIMO, usando un esquema de precodificación a base de fugas.

50 SUMARIO DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN

[0006] La invención está definida y limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas 1-11. En la siguiente descripción, cualquier modo(s) de realización al (a los) que se haga referencia y que no se encuentre(n) dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas es(son) meramente un(os) ejemplo(s) útil(es) para comprender la invención.

55 **[0007]** Se describe un procedimiento para programar la transmisión de datos de entrada múltiple, salida múltiple multiusuario (MU-MIMO) en un sistema de comunicación inalámbrico. En este procedimiento, se puede determinar una pluralidad de estaciones en un conjunto de servicios básicos (BSS) de un punto de acceso (AP), así como los datos almacenados en memorias intermedias para esas estaciones. En este punto, las estaciones se pueden agrupar en una pluralidad de grupos, en las que los grupos tienen prioridad para las transmisiones. En un modo de realización, cada grupo tiene estaciones con características similares.

65 **[0008]** Se puede realizar un sondeo para un grupo basado en la prioridad. La o las transmisiones de MU-MIMO para el grupo se pueden realizar hasta que se cumpla una primera condición. En un modo de realización, la primera condición incluye un tiempo de transmisión máximo para la transmisión de MU-MIMO que ha expirado y/o memorias intermedias para el grupo que se están vaciando. Cuando el tiempo máximo de transmisión para la

transmisión de MU-MIMO ha expirado y/o las memorias intermedias para el grupo están vacías, se puede determinar si queda algún grupo de menor prioridad con datos almacenados en memorias intermedias. Para cada grupo de menor prioridad con datos almacenados en memorias intermedias, las etapas para realizar el sondeo y la transmisión de MU-MIMO se pueden repetir en base a la prioridad. Cuando no queda un grupo de menor prioridad con datos almacenados en memorias intermedias, el procedimiento vuelve a la etapa de determinar una pluralidad de estaciones en el BSS.

[0009] En un modo de realización, agrupar las estaciones en una pluralidad de grupos basados en características de estación similares puede incluir agrupar las estaciones en base a cantidades similares de datos almacenados en memorias intermedias. En un modo de realización, agrupar las estaciones en una pluralidad de grupos puede incluir agrupar las estaciones en base a tipos similares de datos almacenados en memorias intermedias. Aún en otro modo de realización, agrupar las estaciones en una pluralidad de grupos puede incluir agrupar las estaciones en base a la frescura de su CSI.

[0010] Se describe otro procedimiento para programar la transmisión de datos de entrada múltiple, salida múltiple multiusuario (MU-MIMO) en un sistema de comunicación inalámbrico. En este procedimiento, se puede determinar una pluralidad de estaciones en un conjunto de servicios básicos (BSS) de un punto de acceso (AP), así como los datos almacenados en memorias intermedias para cada una de las estaciones de la pluralidad de estaciones. En este punto, las estaciones se pueden agrupar en una pluralidad de grupos, cada grupo con características de estación similares.

[0011] El tiempo de transmisión se puede distribuir a las estaciones en cada grupo. En un modo de realización, esta distribución proporciona el reparto proporcional del tiempo de transmisión (un recurso limitado) entre las estaciones (entidades que compiten por el recurso limitado) en base al historial de transmisión (cuando esté disponible). En otro modo de realización, la distribución puede basarse en una o más políticas predeterminadas (por ejemplo, clientes específicos, tipo de datos, etc.). En un modo de realización, la distribución puede incluir la redistribución del tiempo de transmisión de las estaciones cuando el historial de transmisión esté disponible.

[0012] Los grupos se pueden ordenar en base a las características y el historial de transmisión, cuando estén disponibles/presentes. En un modo de realización, la ordenación puede incluir reordenar la pluralidad de grupos cuando el historial de transmisión esté disponible.

[0013] Se puede realizar un sondeo para un grupo basado en el orden. La o las transmisiones de MU-MIMO para el grupo se pueden realizar hasta que se cumpla una primera condición. En un modo de realización, la primera condición puede incluir un tiempo de transmisión máximo para la transmisión de MU-MIMO que ha expirado y/o memorias intermedias para el grupo que se están vaciando. Cuando el tiempo máximo de transmisión para la transmisión de MU-MIMO ha expirado y/o las memorias intermedias para el grupo se han vaciado, se puede determinar si se cumple una segunda condición. En un modo de realización, la segunda condición puede incluir nuevos datos que han sido recibidos y almacenados en memorias intermedias por el AP y/o todos los datos almacenados en memorias intermedias que han sido transmitidos. Cuando no se cumple la segunda condición, el procedimiento vuelve a realizar el sondeo para el siguiente grupo basado en el orden actual. Cuando se cumple la segunda condición, el procedimiento vuelve a determinar una pluralidad de estaciones en el BSS del AP.

[0014] También se describe un dispositivo electrónico. Este dispositivo electrónico, junto con otros componentes, incluye un bloque procesador y un bloque de comunicación. El bloque de comunicación incluye un bloque de programación dinámica, que está configurado para realizar las etapas descritas anteriormente.

[0015] También se describe un medio no transitorio, legible por ordenador que almacena instrucciones ejecutables por ordenador. Estas instrucciones pueden realizar de forma ventajosa una programación dinámica para un punto de acceso. Las instrucciones cuando son ejecutadas por un procesador hacen que el procesador ejecute un proceso que comprende las etapas descritas anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0016]

La figura 1A ilustra un pequeño conjunto de servicios básicos (BSS) que incluye un AP y dos estaciones STA1 y STA2.

La figura 1B ilustra una comunicación ejemplar de la técnica anterior entre un AP y dos estaciones, incluyendo la comunicación un proceso de sondeo y un proceso de datos.

La figura 2 ilustra una comunicación ejemplar de la técnica anterior entre un AP y dos estaciones en la que el proceso de sondeo se realiza periódicamente, es decir, después de un número predeterminado de procesos de datos.

La figura 3 ilustra una técnica ejemplar de programación de datos que proporciona un sondeo antes de la transmisión a cada grupo de estaciones, ordenándose los grupos por prioridad.

5 La figura 4 ilustra otra técnica ejemplar de programación de datos que proporciona un sondeo antes de la transmisión a cada grupo de estaciones, ordenándose los grupos en base a las características y el historial de transmisión, cuando están disponibles.

10 La figura 5 ilustra un dispositivo electrónico ejemplar configurado para implementar al menos una de las técnicas de programación de datos de las figuras 3, 4 y 5.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

15 **[0017]** La figura 1A ilustra un pequeño conjunto de servicios básicos (BSS) 100 que incluye un AP y dos estaciones STA1 y STA2. Las técnicas 300 y 400, que puede realizar el AP, se analizan a continuación en referencia a las figuras 3 y 4, respectivamente. En un modo de realización, cada dispositivo incluye un transceptor (transmisor y receptor) configurado para funcionar de acuerdo con el estándar 802.11ac. La figura 1B ilustra una comunicación ejemplar entre el AP y las estaciones STA1 y STA2. Esta comunicación ejemplar se puede caracterizar por incluir dos procesos: un proceso de sondeo 110 y un proceso de datos 111. El proceso de sondeo 20 110 comienza con el AP que envía una señal de anuncio de paquete de datos nulo (NDPA) 101 a las estaciones STA1 y STA2, en las que la señal de NDPA 101 indica que no se enviarán datos en el paquete posterior. Después de la señal de NDPA 101, el AP envía una señal de paquete de datos nulo (NDP) 102. Esta señal de NDP 102 puede servir como señal conocida para obtener características de canal de las estaciones STA1 y STA2. De acuerdo con el estándar 802.11ac, después de recibir la señal de NDP 102, la estación STA1 puede enviar su CSI en una señal de informe de formación de haz (BF) 103 al AP. Después de recibir la señal de informe de BF 103, el AP puede enviar una señal de monitoreo de BF 104 que indica que la estación STA2 puede enviar su CSI. Después de recibir la señal de monitoreo de BF 104, la estación STA2 puede enviar su CSI en una señal de informe de BF 25 105 al AP.

30 **[0018]** Usando la CSI de sus estaciones asociadas STA1 y STA2, el AP puede comenzar el proceso de datos 111 enviando simultáneamente datos de MU-MIMO 106 a la estación STA1 y datos de MU-MIMO 107 a la estación STA2. Debe observarse que aunque el término MU-MIMO se usa para describir los datos, los datos también pueden ser de SU-MIMO en otros modos de realización. Después de recibir los datos de MU-MIMO 106, la estación STA1 puede enviar una señal de reconocimiento de bloque (BA) 108 al AP. Después de recibir la señal de BA 108, el AP puede enviar una señal de solicitud de reconocimiento de bloque (BAR) 109 para la estación STA2. Después 35 de recibir la señal de BAR 109, la estación STA2 puede enviar su señal de BA 112 en respuesta al AP. Debe observarse que aunque la figura 1 muestra un AP asociado con dos estaciones, en otros modos de realización, el AP puede asociarse con cualquier número de estaciones, cada una de las cuales puede enviar una señal de informe de BF durante el proceso de sondeo 110 y una señal de BA durante el proceso de datos 111.

40 **[0019]** Debido a que el proceso de sondeo tiene una gran sobrecarga en términos de tiempo de emisión medio, el AP está configurado típicamente para que no haga el sondeo antes de cada transmisión de datos de MU-MIMO. Por ejemplo, la figura 2 ilustra un primer proceso de sondeo 201(1) seguido de una pluralidad de procesos de datos 202(1)-202(N), en el que N es un número entero mayor que 2. Después de que se completan los N procesos de datos, se realiza un segundo proceso de sondeo 201(2) antes de que se realice otra pluralidad de procesos de 45 datos (no mostrados).

50 **[0020]** Cuando los datos de MU-MIMO se envían inmediatamente después de un proceso de sondeo, la CSI usada para la transmisión de datos de MU-MIMO está fresca. Por lo tanto, los paquetes de datos tendrán una alta probabilidad de ser recibidos con éxito. Por el contrario, si los datos de MU-MIMO se envían después de un tiempo desde el último proceso de sondeo, por ejemplo, después de N paquetes de datos en la figura 2, la CSI usada para generar la transmisión de datos de MU-MIMO puede ser obsoleta. Por lo tanto, en ese caso, los paquetes de datos pueden tener una baja probabilidad de ser recibidos con éxito.

55 **[0021]** Un algoritmo de programación de datos estándar en un AP con certificación Wi-Fi asigna porciones iguales de tiempo a diferentes estaciones. Por ejemplo, el programador de datos realiza una operación por turnos en todas las estaciones, en cuyo caso, el AP servirá una estación y a continuación pasará a la siguiente estación, y así sucesivamente. Sin embargo, la calidad de la CSI devuelta por un proceso de sondeo puede deteriorarse significativamente cuando la CSI se usa para transmisiones de MU-MIMO. De hecho, incluso 20 milisegundos después del sondeo, la SINR de una comunicación de MU-MIMO puede degradarse a un nivel inaceptablemente 60 bajo. En base a esta degradación, usando un proceso de programación de datos estándar de operación por turnos, si el AP realiza el sondeo para una primera estación antes de su transmisión de MU-MIMO, la CSI quedaría obsoleta para cuando el AP vuelva a la primera estación.

65 **[0022]** Por lo tanto, surge la necesidad de un procedimiento y sistema que proporcione una programación dinámica para las comunicaciones de MU-MIMO, manteniendo así la CSI fresca.

[0023] Se describen varias técnicas de programación dinámica de datos. En general, cada una de estas técnicas de programación dinámica de datos agrupa las estaciones en una pluralidad de grupos. En un modo de realización, se realiza un sondeo para cada grupo inmediatamente antes de la o las transmisiones al grupo, asegurando así que la CSI esté fresca. El uso de CSI fresca puede mejorar significativamente la comunicación de MU-MIMO realizada de acuerdo con el estándar 802.11ac.

[0024] La figura 3 ilustra una técnica de programación de datos ejemplar 300 para la transmisión de datos de MU-MIMO en un sistema de comunicación inalámbrico. En un modo de realización, un AP puede realizar las etapas 301-308. En la etapa 301, se puede determinar una pluralidad de estaciones en un conjunto de servicios básicos (BSS) de un punto de acceso (AP). Los datos almacenados en memorias intermedias para cada estación de la pluralidad de estaciones se pueden determinar en la etapa 302. Las estaciones se pueden agrupar en una pluralidad de grupos en la etapa 303, en la que cada grupo recibirá una o más transmisiones de MU-MIMO. En un modo de realización preferente, las estaciones con características similares se pueden agrupar juntas. En un modo de realización, las estaciones con cantidades similares de datos se pueden colocar en el mismo grupo. En otro modo de realización, las estaciones con tipos similares de datos, por ejemplo, medios de transmisión, voz, etc., se pueden colocar en el mismo grupo. Aún en otro modo de realización, las estaciones con una frescura similar de CSI se pueden colocar en el mismo grupo. Los grupos se pueden priorizar en base a características similares en la etapa 304. Por ejemplo, cuando las estaciones se agrupan en base a la cantidad de datos similares que tienen, los grupos se pueden priorizar en base a la cantidad de datos almacenados en memorias intermedias (por ejemplo, la cantidad total de datos en el grupo o la cantidad promedio de datos para cada estación en el grupo). En un modo de realización, se da la mayor prioridad al grupo con la mayor cantidad de datos almacenados en memorias intermedias y se da la menor prioridad al grupo con la menor cantidad de datos almacenados en memorias intermedias. Cuando las estaciones se agrupan en base a los tipos de datos similares que tienen, los grupos pueden priorizarse en base al (a los) objetivo(s) de la red/sistema. En un modo de realización, se da la mayor prioridad al grupo con medios de transmisión y se da la menor prioridad al grupo con datos sin voz y sin transmisión. Cuando las estaciones se agrupan en base a la CSI fresca similar que tienen, los grupos se pueden priorizar en base a su última actualización. En un modo de realización, se da la mayor prioridad al grupo con la CSI menos fresca y se da la menor prioridad al grupo con la CSI más fresca.

[0025] Se puede realizar un sondeo para el grupo con datos almacenados en memorias intermedias en base a la prioridad en la etapa 305. La o las transmisiones de MU-MIMO se pueden realizar para el grupo en la etapa 306 hasta que haya expirado un tiempo de transmisión máximo y/o las memorias intermedias de ese grupo se hayan vaciado, como se determina en la etapa 307.

[0026] Cuando el tiempo de transmisión máximo ha expirado y/o las memorias intermedias de ese grupo se vacían, en la etapa 308 se determina si está presente un grupo de menor prioridad con datos almacenados en memorias intermedias. Si es así, entonces la técnica 300 vuelve a realizar un nuevo sondeo para ese grupo en la etapa 305. Si no hay un grupo de menor prioridad, entonces la técnica 300 vuelve a determinar las estaciones en el BSS del AP en la etapa 301.

[0027] La figura 4 ilustra otra técnica de programación de datos ejemplar 400 para la transmisión de datos de MU-MIMO en un sistema de comunicación inalámbrico. En un modo de realización, un AP puede realizar las etapas 401-409. En la etapa 401, se puede determinar una pluralidad de estaciones en un BSS de un AP. Los datos almacenados en memorias intermedias para cada estación de la pluralidad de estaciones se pueden determinar en la etapa 402. Las estaciones se pueden agrupar en una pluralidad de grupos en la etapa 403, en la que cada grupo recibirá una o más transmisiones de MU-MIMO. En un modo de realización preferente, las estaciones con características similares se pueden agrupar juntas. En un modo de realización, las estaciones con cantidades similares de datos se pueden colocar en el mismo grupo. En otro modo de realización, las estaciones con tipos similares de datos, por ejemplo, medios de transmisión, voz, etc., se pueden colocar en el mismo grupo. Aún en otro modo de realización, las estaciones con una frescura similar de CSI se pueden colocar en el mismo grupo.

[0028] El tiempo de transmisión a las estaciones en cada grupo se puede distribuir en la etapa 404 en base a las características, el historial del tiempo de transmisión distribuido (cuando esté disponible) y/o la política predeterminada (cuando se use). En un modo de realización, esta distribución proporciona el reparto proporcional del tiempo de transmisión (un recurso limitado) entre las estaciones (entidades que compiten). Por ejemplo, se supone que hay cuatro estaciones STA1, STA2, STA3 y STA4. Una distribución puede proporcionar 2 unidades de tiempo para STA1, 2 unidades de tiempo para STA2, 1 unidad de tiempo para STA3 y 3 unidades de tiempo para STA4. Una unidad de tiempo puede referirse a una unidad de tiempo específica (un milisegundo, un segundo, etc.), un tiempo relativo basado en el tiempo total asignado al grupo (por ejemplo, tiempo total de 16 milisegundos para el grupo, por lo tanto, cada unidad de tiempo = 2 milisegundos) o un periodo de tiempo arbitrario (por ejemplo, 3,7 milisegundos = 1 unidad de tiempo). Para cada pase posterior a través de la etapa 404 (es decir, con historial de transmisión), la distribución puede cambiarse (redistribución) para proporcionar tiempos de transmisión más equitativos entre estaciones. Por ejemplo, al usar la distribución anterior para el primer pase, un segundo pase puede proporcionar 2 unidades de tiempo para STA1, 2 unidades de tiempo para STA2, 3 unidades de tiempo para STA3 y 1 unidad de tiempo para STA4. Debe observarse que dicha igualación puede tener lugar en múltiples pases. En otro modo de realización, la distribución del tiempo de transmisión puede incluir tener en cuenta una o

más políticas predeterminadas. Por ejemplo, una política puede incluir proporcionar más tiempo de transmisión a determinados clientes. Otra política puede incluir proporcionar más tiempo de transmisión cuando se transmite tráfico de vídeo u otro tipo de datos (es decir, una característica de los datos).

5 **[0029]** Los grupos se pueden ordenar en la etapa 405 en base a las características y/o el tiempo de transmisión distribuido. Por ejemplo, cuando las estaciones se agrupan en base a la cantidad de datos similares que tienen, los grupos se pueden ordenar en base a la cantidad de datos almacenados en memorias intermedias (por ejemplo, la cantidad total de datos en el grupo o la cantidad promedio de datos para cada estación en el grupo). En un modo de realización, el orden puede comenzar con el grupo con la mayor cantidad de datos almacenados en memorias intermedias y terminar con el grupo con la menor cantidad de datos almacenados en memorias intermedias. Cuando las estaciones se agrupan en base a los tipos de datos similares que tienen, los grupos pueden ordenarse en base al (a los) objetivo(s) de la red/sistema. En un modo de realización, el orden puede comenzar con el grupo de estaciones que tienen medios de transmisión y terminar con el grupo de estaciones que tienen datos sin voz y sin transmisión. Cuando las estaciones se agrupan en base a la CSI fresca similar que tienen, los grupos se pueden ordenar en base a su última actualización. En un modo de realización, el orden puede comenzar con el grupo de estaciones que tienen la CSI menos fresca y terminar con el grupo de estaciones que tiene la CSI más fresca. En un modo de realización, el orden puede comenzar con el grupo con el mayor tiempo de transmisión distribuido agregado y terminar con el grupo con el menor tiempo de transmisión distribuido agregado.

20 **[0030]** En un modo de realización, los grupos también se pueden ordenar en base a su historial de transmisión, cuando esté disponible/presente. Por ejemplo, cuando uno o más grupos han tenido al menos una oportunidad de transmisión, se puede proporcionar un orden diferente al de los pases de transmisión anteriores (es decir, una reordenación) en la etapa 405, lo que da como resultado una transmisión más equitativa entre grupos. Por ejemplo, suponiendo que un primer pase de etapa 405 proporciona un orden de grupo de GRP1, GRP2, GRP3 y GRP4, un segundo pase de etapa 405 puede proporcionar un orden de grupo de GRP4, GRP3, GRP2 y GRP1. Debe observarse que una inversión de orden es solo un tipo de ordenación para un no primer pase de etapa 405. Se pueden usar otros tipos de reordenación de grupo para el segundo, tercer, etc. pases de etapa 405. Por ejemplo, en un modo de realización, se puede usar un desplazamiento de grupo de modo que una ordenación de primer pase sea GRP1, GRP2, GRP3 y GRP4; una ordenación de segundo pase sea GRP2, GRP3, GRP4 y GRP1; un tercer pase sea GRP3, GRP4, GRP1 y GRP2.

35 **[0031]** Se puede realizar un sondeo para el grupo con datos almacenados en memorias intermedias en base al orden en la etapa 406. La o las transmisiones de MU-MIMO para el grupo se pueden realizar en la etapa 407 hasta que se cumpla una primera condición (etapa 408). En un modo de realización, la primera condición puede incluir un tiempo de transmisión distribuido que ha expirado y/o las memorias intermedias de ese grupo que se están vaciando.

40 **[0032]** Cuando al menos uno de los tiempos de transmisión máximos ha expirado y las memorias intermedias de ese grupo están vacías, se puede determinar en la etapa 409 si se cumple una segunda condición. En un modo de realización, la segunda condición puede incluir al menos uno de los nuevos datos que han sido recibidos y almacenados en memorias intermedias por el AP, y todos los datos almacenados en memorias intermedias que han sido transmitidos. Si no se cumple la segunda condición, las etapas 406-409 pueden repetirse siguiendo el orden de ese pase (es decir, de la etapa 405), hasta que el AP haya recibido o almacenado en memorias intermedias nuevos datos o se hayan transmitido todos los datos almacenados en memorias intermedias. En ese caso, a continuación, el procedimiento vuelve a determinar una pluralidad de estaciones en el BSS del AP en la etapa 401. Debe observarse que debido a que las estaciones de un BSS típico no cambian rápidamente, los grupos formados durante una etapa previa 403 en general permanecerán viables, permitiendo así las modificaciones de pase para la etapa 405 descrita anteriormente.

50 **[0033]** En un modo de realización, una o más de las técnicas de programación de datos 300 y 400 mostradas y descritas con referencia a las figuras 3 y 4, respectivamente, pueden implementarse en un AP (véase, por ejemplo, el AP de la figura 1A). Determinados aspectos de las técnicas de programación de datos 300, 400 descritas en las figuras 3 y 4, respectivamente, pueden adoptar la forma de un modo de realización completamente de software (incluyendo firmware, software residente, microcódigo, etc.) o un modo de realización que combina aspectos de software y hardware, todo lo cual, en general, puede denominarse en el presente documento como "circuito", "módulo" o "sistema". Además, los modos de realización de la materia inventiva en cuestión pueden adoptar la forma de un producto de programa informático, realizado en cualquier medio de expresión tangible que tenga código de programa utilizable por ordenador incluido en el medio. Los modos de realización descritos pueden proporcionarse como un producto de programa informático o software, que puede incluir un medio legible por máquina que tiene instrucciones almacenadas en el mismo, que pueden usarse para programar un sistema informático (u otro(s) dispositivo(s) electrónico(s)) para llevar a cabo un proceso de acuerdo con los modos de realización, estén descritos o no en el presente documento. Un medio legible por máquina incluye cualquier mecanismo para almacenar ("medio de almacenamiento legible por máquina") o transmitir ("medio de señal legible por máquina") información en una forma (por ejemplo, software, aplicación de procesamiento) legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador). El medio de almacenamiento legible por máquina puede incluir, pero no se limita a, un medio de almacenamiento magnético (por ejemplo, disquete); un medio de almacenamiento óptico (por

ejemplo, CD-ROM); un medio de almacenamiento magneto-óptico; una memoria de solo lectura (ROM); una memoria de acceso aleatorio (RAM); una memoria programable borrable (por ejemplo, EPROM y EEPROM); una memoria flash; u otros tipos de medios adecuados para almacenar instrucciones electrónicas (por ejemplo, ejecutables por una o más unidades de procesamiento). Además, los modos de realización de medios de señal legibles por máquina pueden realizarse en forma de señal propagada eléctrica, óptica, acústica o de otro tipo (por ejemplo, ondas portadoras, señales infrarrojas, señales digitales, etc.) o medios de comunicación por cable, inalámbricos u otros medios de comunicación.

[0034] El código de programa informático para llevar a cabo las operaciones de los modos de realización puede escribirse en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos, tal como Java, Smalltalk, C++ o similares, y lenguajes de programación de procedimientos convencionales, tales como el lenguaje de programación "C" o lenguajes de programación similares. El código de programa puede ejecutarse completamente en el ordenador de un usuario, parcialmente en el ordenador de un usuario, como un paquete de software autónomo, parcialmente en el ordenador de un usuario y parcialmente en un ordenador remoto, o completamente en el ordenador o el servidor remoto. En el último escenario, el ordenador remoto puede estar conectado al ordenador del usuario a través de cualquier tipo de red, incluyendo una red de área local (LAN), una red de área personal (PAN) o una red de área extensa (WAN), o la conexión puede realizarse con un ordenador externo (por ejemplo, a través de Internet, usando un proveedor de servicios de Internet).

[0035] Aunque las técnicas de programación de datos se describen como realizadas por un AP, un dispositivo electrónico con capacidad inalámbrica típicamente incluye determinados componentes que pueden o no caracterizarse como parte de un AP. De hecho, en algunos modos de realización, determinados componentes del dispositivo electrónico pueden caracterizarse como fuera del AP, pero todavía ayudan en una o más etapas de la técnica de programación de datos. La figura 5 ilustra un dispositivo electrónico simplificado 500 que incluye un bloque de programación de datos 505A, que puede realizar sustancialmente al menos una de las técnicas de programación de datos 300 y 400. El dispositivo electrónico 500 puede ser un ordenador portátil, un ordenador de escritorio, una tableta, un ordenador ultraportátil, un teléfono móvil, una consola de juegos, un asistente digital personal (PDA) u otros sistemas electrónicos que tienen capacidades de comunicación inalámbrica (y por cable, en algunas casos).

[0036] El dispositivo electrónico 500 puede incluir un bloque procesador 502 (que incluye posiblemente múltiples procesadores, múltiples núcleos, múltiples nodos y/o que implementa múltiples hilos, etc.). El dispositivo electrónico 500 también puede incluir un bloque de memoria 503, que puede incluir caché, SRAM, DRAM, RAM de condensador cero, RAM de transistor doble, eDRAM, EDO RAM, RAM DDR, EEPROM, NRAM, RRAM, SONOS, PRAM y/u otro tipo de matriz de celdas de memoria. El dispositivo electrónico 500 también incluye un bloque de interfaz de red 504, que puede incluir al menos una interfaz WLAN 802.11. Otras interfaces de red pueden incluir una interfaz Bluetooth, una interfaz WiMAX®, una interfaz ZigBee®, una interfaz USB inalámbrica y/o una interfaz de red cableada (como una interfaz Ethernet o una interfaz de comunicación por línea eléctrica, etc.). El bloque procesador 502, el bloque de memoria 503 y el bloque de interfaz de red 504 están acoplados a un bus 501, que puede implementarse de acuerdo con PCI, ISA, PCI-Express, HyperTransport®, InfiniBand®, NuBus, AHB, AXI, u otro estándar de bus.

[0037] El dispositivo electrónico 500 también incluye un bloque de comunicación 505, que puede incluir el bloque de programación de datos descrito anteriormente 505A y otro bloque de procesamiento 505B. El otro bloque de procesamiento 505B puede incluir, pero no se limita a, partes de un transceptor para procesar señales recibidas, para procesar señales a transmitir y para coordinar acciones de las partes del receptor y transmisor. Otros modos de realización pueden incluir menos componentes o componentes adicionales no ilustrados en la figura 5, tal como tarjetas de vídeo, tarjetas de audio, interfaces de red adicionales y/o dispositivos periféricos. En un modo de realización, el bloque de memoria 503 puede conectarse directamente al bloque procesador 502 para aumentar el procesamiento del sistema.

[0038] Los diversos modos de realización de las estructuras y procedimientos descritos anteriormente son solo ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la técnica de sondeo dinámico y los modos de realización del sistema descritos. Debe observarse que las técnicas de programación de datos descritas en el presente documento pueden incorporarse fácilmente en sistemas compatibles con 802.11, y son totalmente consistentes con la comunicación que se muestra en la figura 1B entre diversos dispositivos inalámbricos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para programar la transmisión de datos de entrada múltiple, salida múltiple, multiusuario, MU-MIMO, en un sistema de comunicación inalámbrico, comprendiendo el procedimiento la siguiente secuencia de etapas:
- determinar (401) una pluralidad de estaciones en un conjunto de servicios básicos, BSS, de un punto de acceso, AP;
- 10 determinar (402) datos almacenados en memorias intermedias para cada estación de la pluralidad de estaciones;
- agrupar (403) la pluralidad de estaciones en una pluralidad de grupos, con las estaciones de un grupo teniendo características similares;
- 15 ordenar (405) la pluralidad de grupos para transmisiones basadas en las características de y un historial de transmisión para estaciones;
- distribuir (404) tiempo de transmisión a las estaciones en un grupo;
- 20 realizar (406) un sondeo para el grupo basado en el orden;
- realizar (407) la transmisión de MU-MIMO para el grupo hasta que se cumpla una primera condición (408), en el que la primera condición incluye al menos uno de un tiempo de transmisión distribuido para la transmisión de MU-MIMO que haya expirado y las memorias intermedias para el grupo que se estén vaciando;
- 25 cuando se cumple la primera condición (408), determinar a continuación si se cumple una segunda condición (409), en la que la segunda condición incluye al menos uno de datos nuevos que han sido almacenados en memorias intermedias por el AP y todos los datos almacenados en memorias intermedias que han sido transmitidos; y
- 30 cuando no se cumple la segunda condición (409), repetir la realización (406) del sondeo y la realización (407) de la transmisión de MU-MIMO para un grupo siguiente en base a dicho orden hasta que se cumpla la segunda condición.
- 35 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que agrupar (403) las estaciones en una pluralidad de grupos incluye agrupar las estaciones en base a cantidades similares de datos almacenados en memorias intermedias.
- 40 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que agrupar (403) las estaciones en una pluralidad de grupos incluye agrupar las estaciones en base a tipos similares de datos almacenados en la memoria intermedia.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que agrupar (403) las estaciones en una pluralidad de grupos incluye agrupar las estaciones en base a la frecuencia similar de la información de estado de canal.
- 45 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que ordenar (405) incluye reordenar la pluralidad de grupos en base al historial de transmisión.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que distribuir (404) incluye redistribuir las estaciones de cada grupo en base al historial de transmisión.
- 50 7. Un dispositivo electrónico (500) que comprende:
- un bloque procesador; y
- 55 un bloque de comunicación, incluyendo el bloque de comunicación:
- un bloque de programación dinámica para realizar la siguiente secuencia de etapas:
- determinar (401) una pluralidad de estaciones en un conjunto de servicios básicos, BSS, de un punto de acceso, AP;
- 60 determinar (402) datos almacenados en memorias intermedias para cada estación de la pluralidad de estaciones;
- 65 agrupar (403) estaciones en la pluralidad de estaciones en una pluralidad de grupos, teniendo las estaciones de un grupo características similares;

ordenar (405) en base a las características y un historial de transmisión de las estaciones la pluralidad de grupos para transmisiones;

5 distribuir (404) tiempo de transmisión a las estaciones en un grupo;

realizar (406) un sondeo para el grupo basado en el orden;

10 realizar (407) la transmisión de entrada múltiple, salida múltiple multiusuario, MU-MIMO, para el grupo hasta que se cumpla una primera condición en la que la primera condición incluye al menos uno de un tiempo máximo de transmisión para la transmisión de MU-MIMO que haya expirado y las memorias intermedias para el grupo que se estén vaciando;

15 cuando se cumple una primera condición (408), determinar a continuación si se cumple una segunda condición (409), en la que la segunda condición incluye al menos uno de datos nuevos que han sido almacenados en memorias intermedias por el AP y todos los datos almacenados en memorias intermedias que han sido transmitidos; y

20 cuando no se cumple la segunda condición (409), repetir la realización (406) del sondeo y la realización (407) de la transmisión de MU-MIMO para un grupo siguiente en base a dicho orden hasta que se cumpla la segunda condición.

25 **8.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 7, en el que agrupar (403) las estaciones en una pluralidad de grupos incluye agrupar las estaciones en base a cantidades similares de datos almacenados en memorias intermedias.

9. El dispositivo electrónico de la reivindicación 7, en el que agrupar (403) las estaciones en una pluralidad de grupos incluye agrupar las estaciones en base a tipos similares de datos almacenados en memorias intermedias.

30 **10.** El dispositivo electrónico de la reivindicación 7, en el que agrupar (403) las estaciones en una pluralidad de grupos incluye agrupar las estaciones en base a la frescura similar de la información de estado de canal.

11. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

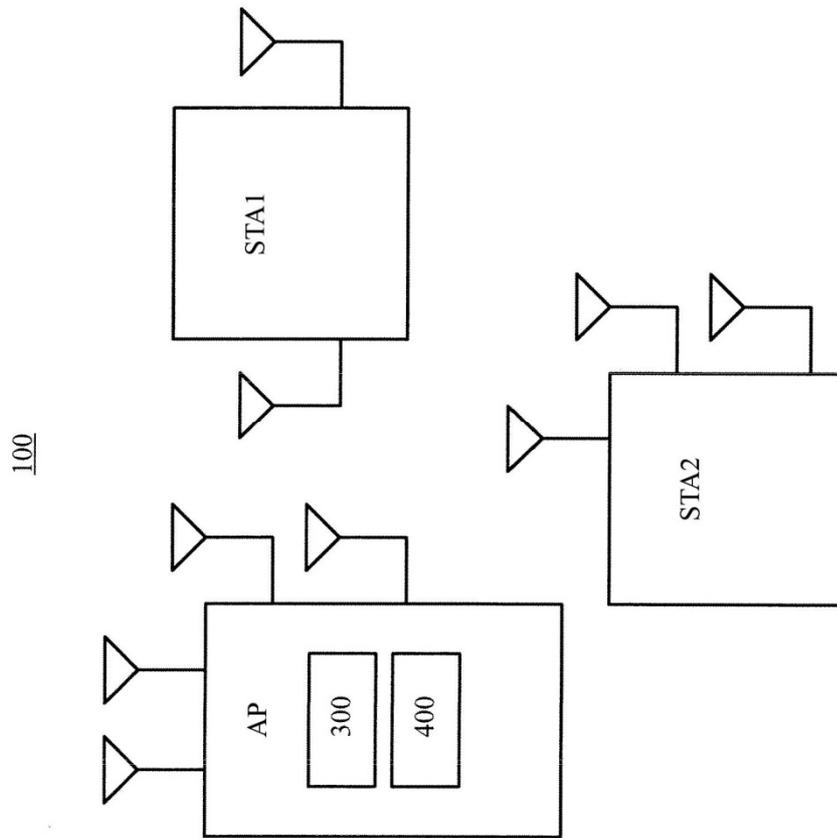


Figura 1A

Figura 1B
Técnica anterior

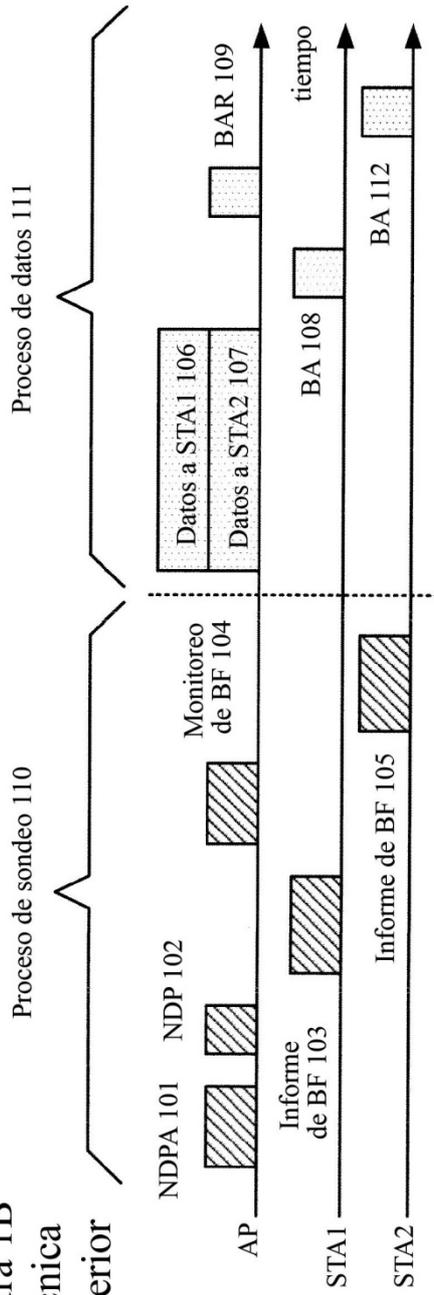
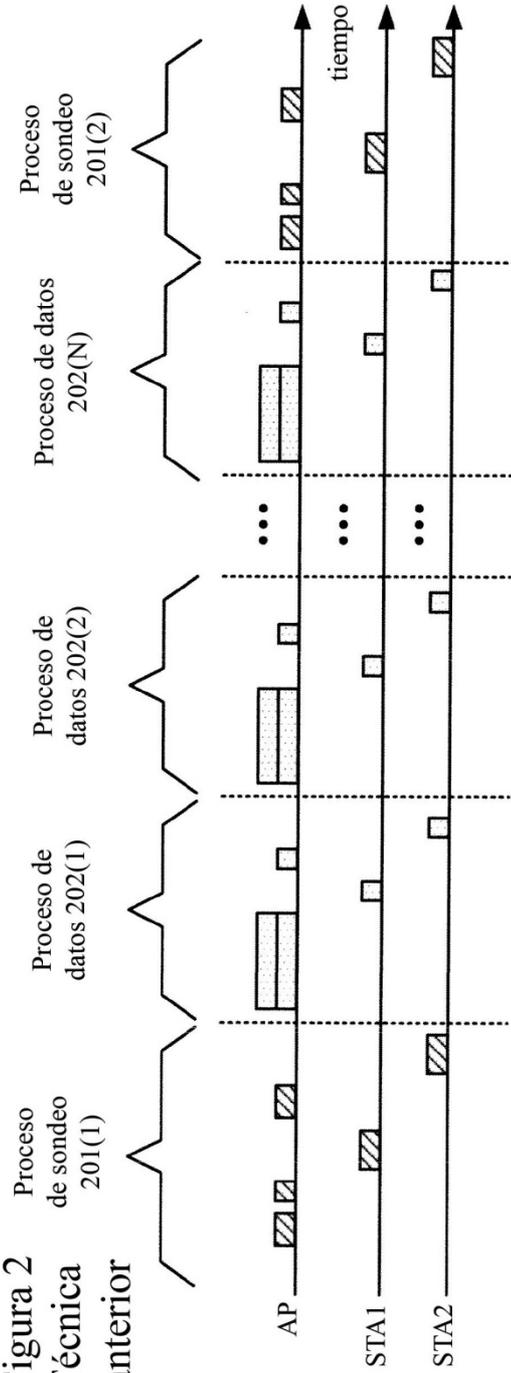


Figura 2
Técnica anterior



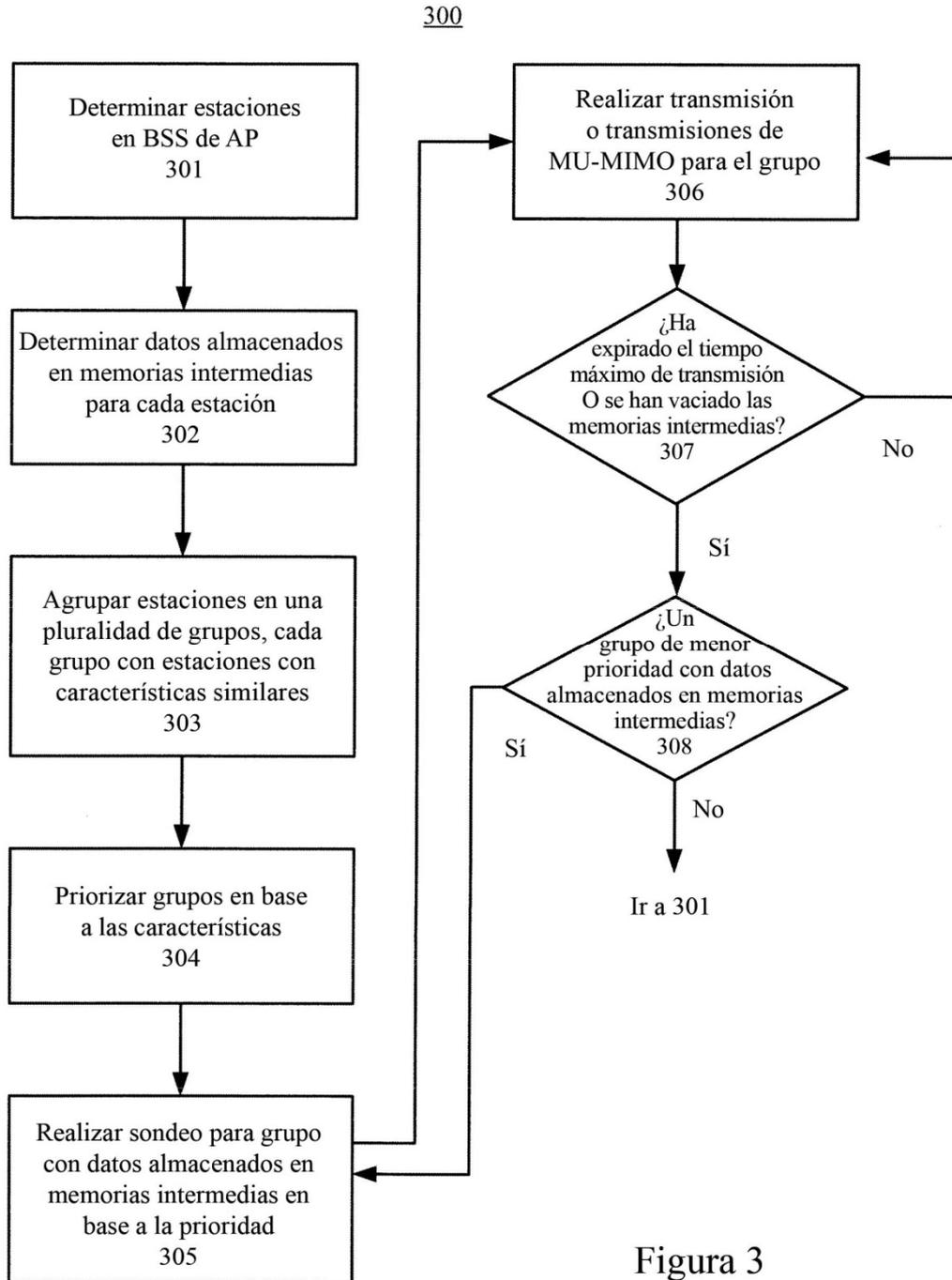
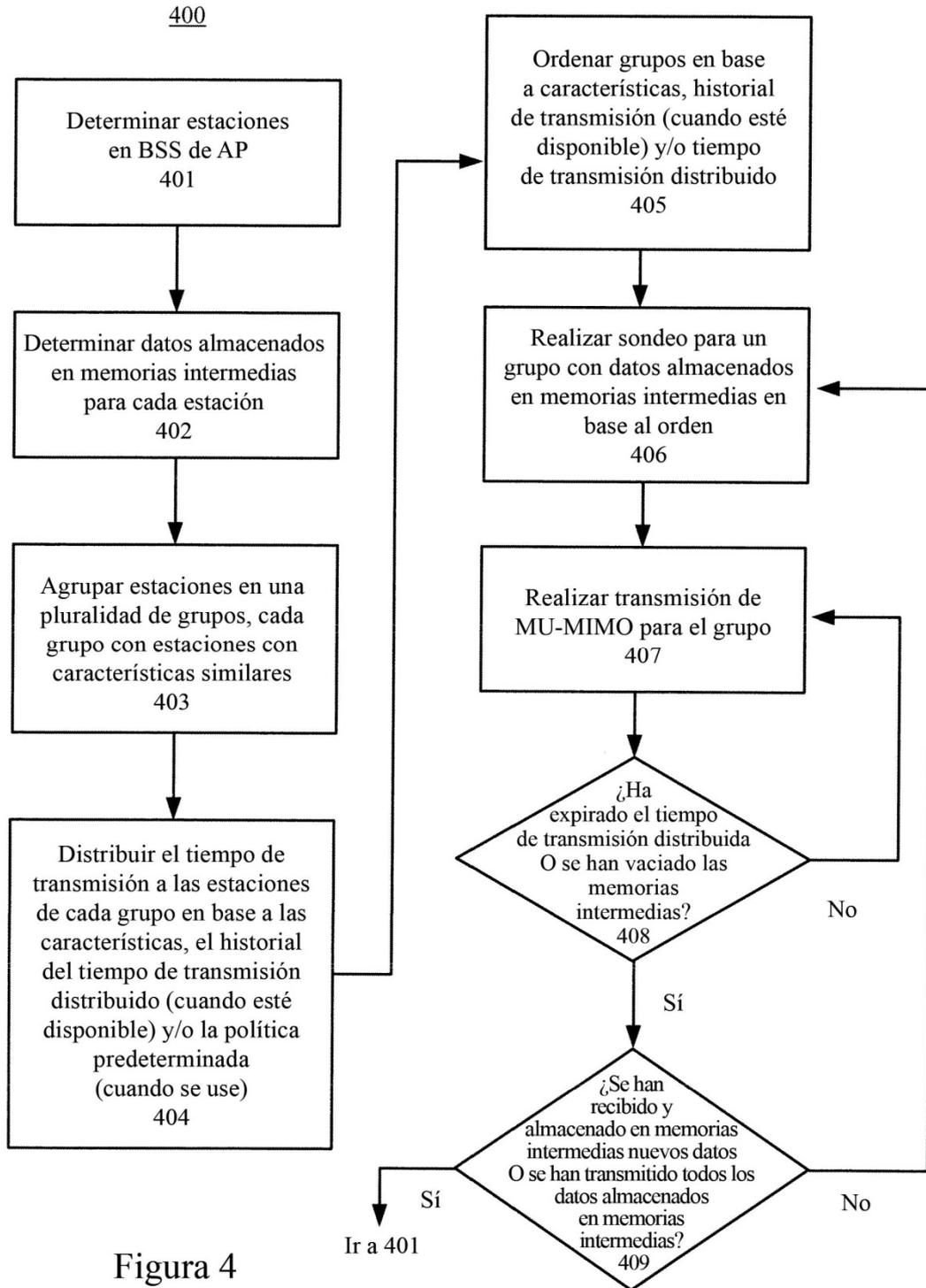


Figura 3



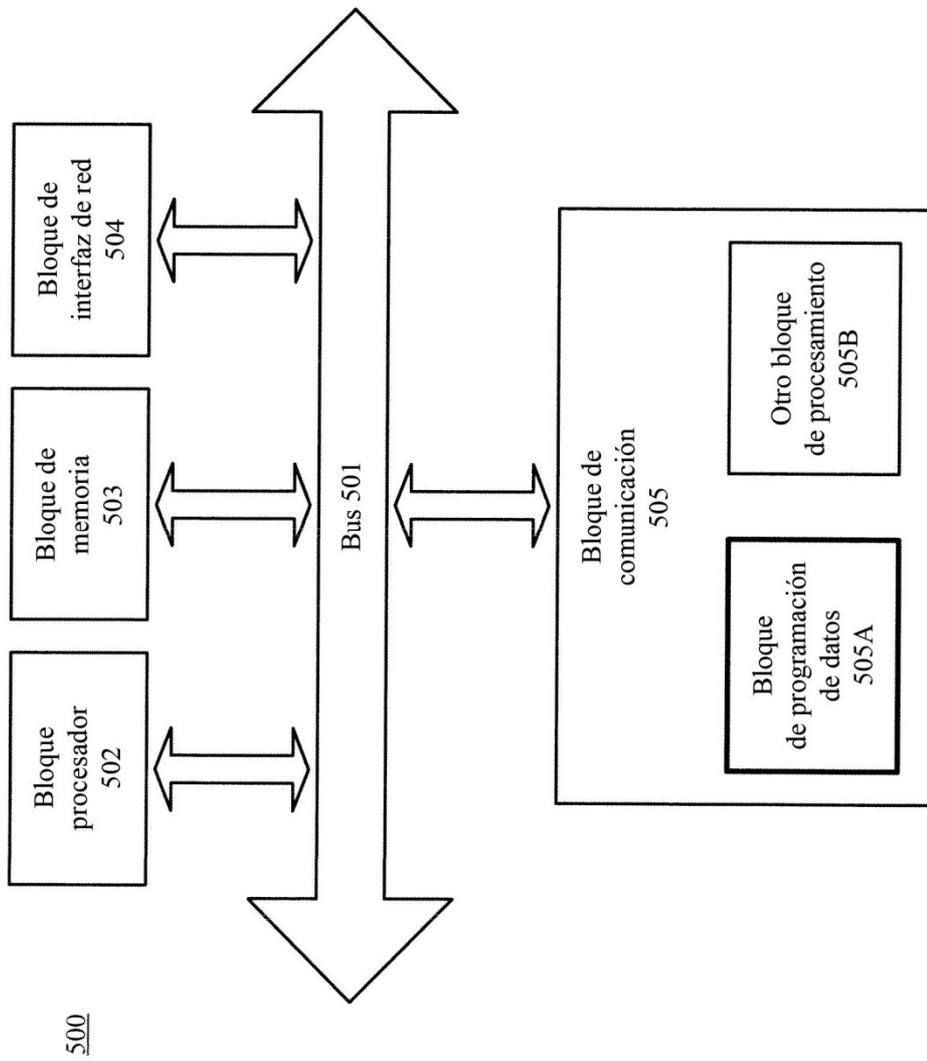


Figura 5