

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 363**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04

(2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.03.2017** **PCT/CN2017/076821**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017** **WO17177787**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.03.2017** **E 17781763 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2023** **EP 3430733**

54 Título: **Formato de trama corta de barrido SSW para un proceso de formación de haces de barrido SLS entre estaciones asociadas capacitadas y método de preparación de una comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

15.04.2016 US 201662323070 P
03.05.2016 US 201662331113 P
28.11.2016 US 201615361717

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2024

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN

72 Inventor/es:

SUN, SHENG;
XIN, YAN;
AU, KWOK SHUM y
ABOUL-MAGD, OSAMA

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 962 363 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

Formato de trama corta de barrido SSW para un proceso de formación de haces de barrido SLS entre estaciones asociadas capacitadas y método de preparación de una comunicación inalámbrica

Campo

Las mejoras se refieren, en general, al campo de las redes de comunicación inalámbrica y, más específicamente, a protocolos de comunicación direccional en la banda de ondas milimétricas de 60 GHz.

Antecedentes

Las redes de comunicaciones inalámbricas, tales como las redes LAN inalámbricas, pueden permitir que unas estaciones (STA, por sus siglas en inglés) habilitadas para conectarse en red accedan a una red, a través de un punto de acceso (AP, por sus siglas en inglés), comunicándose inalámbricamente. Normalmente, el punto de acceso (AP) también se considera una estación STA.

Las organizaciones de normalización proporcionan estándares mediante los cuales los dispositivos de diversos fabricantes se pueden comunicar entre sí.

El estándar IEEE 802.11 gobierna la conectividad inalámbrica en redes de área local. En el estándar IEEE 802.11 se especifica un conjunto 10 de servicios básicos (BSS, por sus siglas en inglés) que consta de un solo punto AP 12 con una o más estaciones STA asociadas (A-STA, por sus siglas en inglés) 14, 14', tal y como se ilustra en la figura 1. En la figura 2 se ha esquematizado un ejemplo de estación STA 20, y puede verse que tiene uno o más procesadores 22, una memoria 24 y una o más radios 26, teniendo cada radio 26 por lo general un transmisor 28, un receptor 30 y una o más antenas.

Por consiguiente, cada estación STA 14, 14' puede tener un control de acceso al medio (MAC, por sus siglas en inglés) direccionable de manera única y una interfaz de capa física (PHY, por sus siglas en inglés) con el medio inalámbrico (WM, por sus siglas en inglés). El estándar IEEE incluye una especificación que sirve para asociar una estación STA habilitada 14 y el punto AP 12, lo que hace que la estación STA habilitada 14 se convierta en una estación STA asociada (A-STA). Durante este proceso, el estándar IEEE 802.11 define una dirección de receptor (RA, por sus siglas en inglés) y una dirección de transmisor (TA, por sus siglas en inglés) para la cabecera de trama de control MAC. El estándar IEEE también incluye unas especificaciones para tratar con conjuntos BSS que tienen rangos superpuestos (que pueden denominarse conjuntos OBSS –no ilustrados–).

Más específicamente, el estándar modificado IEEE 802.11ad-2012, denominado IEEE 802.11ad, aborda el uso de la comunicación inalámbrica en la banda de ondas “milimétricas” de 60 GHz, una banda que no tiene licencia a nivel mundial, lo que por tanto hace que esté disponible para usarse en redes de área local (LAN). En particular, se cree que la comunicación en la banda de 60 GHz, aunque direccional y muy atenuada (rango corto), tiene un gran potencial para reemplazar las conexiones por cable (p. ej., por Ethernet) y proporcionar velocidades de transmisión multigigabit.

Qin Chen divulga en “Spatial Sharing Mechanism in 802.11aj” un mecanismo de compartición espacial para evaluar dos pares de dispositivos con transmisión direccional que pueden usarse simultáneamente para la compartición espacial, basándose en la información apriorística de resultados de entrenamiento en formación de haces entre dispositivos en una red.

En el documento EP 2 894 927 A1 se divulga un método y un aparato de acceso a canal. El método de acceso a canal por parte de un punto AP que tiene una antena sectorial en una red WLAN puede incluir transmitir una baliza sectorial con respecto a un sector cualquiera entre una pluralidad de sectores, transmitir y recibir datos con al menos una estación en un sector cualquiera durante un intervalo de sector preprogramado, realizar secuencialmente una transmisión de la baliza sectorial y una transmisión y una recepción de los datos con respecto a unos sectores restantes de la pluralidad de sectores, excluido el un sector cualquiera, transmitir una baliza omnidireccional con respecto a la totalidad de la pluralidad de sectores, y transmitir y recibir datos con respecto a al menos una estación de la pluralidad de sectores durante un intervalo de conjunto BSS preprogramado.

ANÓNIMO, “802.11ad-2012 IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements-Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 3: Enhancements for Very High Throughput in the 60 GHz Band”, ESTÁNDAR DEL IEEE, IEEE, PISCATAWAY, N.J., EE UU, (20121228), vol. 802.11ad-2012, ISBN 978-0-7381-8096-0.

En el documento WO 2016/021792 A1 se divulga un método de funcionamiento basado en un modo de ahorro de energía y un aparato en una red LAN inalámbrica. El método de funcionamiento basado en un modo de ahorro de energía en una red LAN inalámbrica comprende las etapas de: recibir, por parte de una estación STA, información de conjunto BSS escuchado casualmente procedente de un punto AP; recibir, por parte de la estación STA, una unidad PPDU, en el que

la unidad PPDU incluye información sobre un conjunto BSS que ha transmitido la unidad PPDU; determinar, por parte de la estación STA, si la información de conjunto BSS escuchado casualmente incluye la información sobre el conjunto BSS; y pasar de un estado activo a un estado de reposo cuando la estación STA determina si la información de conjunto BSS escuchado casualmente incluye la información sobre el conjunto BSS, en el que la información de conjunto BSS escuchado casualmente puede incluir la información sobre al menos un conjunto BSS escuchado casualmente para transmitir una trama habilitada para ser escuchada casualmente por el punto AP.

En el documento WO 2012/068384 A2 se divulgan unos métodos y un aparato para usar un desfase aleatorio para lograr ahorros de energía. Para ciertos aspectos, al identificador de asociación (AID, por sus siglas en inglés) (parcial) se le puede añadir un desfase específico de conjunto de servicios básicos (BSS) antes de introducir el identificador AID parcial en un campo de 9 bits de la cabecera de capa física (PHY) (p. ej., unos bits 13-21 del campo del número NSTS). El desfase específico de conjunto BSS puede ser seleccionado aleatoriamente por un punto de acceso (AP) e indicarse a las estaciones asociadas (STA) a través de la respuesta de asociación, o el desfase puede comunicarse a la estación STA por otros medios. De este modo, el valor en el campo de 9 bits para transmisiones de enlace descendente puede ser, muy probablemente, distinto de un conjunto BSS a otro, lo que permite que las estaciones STA permanezcan activas solo cuando se les esté transmitiendo una trama.

En virtud del estándar modificado IEEE 802.11ad, las comunicaciones inalámbricas entre estaciones tienen un formato que puede denominarse el intervalo 40 de baliza (BI, por sus siglas en inglés). En la figura 3 se ha esquematizado el intervalo BI 40. Puede verse que el intervalo BI 40 incluye generalmente un intervalo 42 de transmisión de baliza (BTI, por sus siglas en inglés), un entrenamiento 44 de formación de haces de asociación (A-BFT, por sus siglas en inglés) y un intervalo 46 de transmisión de datos (DTI, por sus siglas en inglés). El intervalo BTI 42 se usa a efectos de descubrimiento de punto AP y, más específicamente, a efectos de entrenamiento en formación de haces de antena de transmisión de barrido de sector en lado de punto AP. El entrenamiento A-BFT 44 puede usarse principalmente a efectos de entrenamiento en formación de haces de antena de transmisión de barrido de sector en lado de estación STA. El intervalo DTI 46 puede usarse para un entrenamiento en formación de haces adicional y para la comunicación de datos. El intervalo BI 40 puede incluir además intervalos adicionales, tales como un intervalo de transmisión de anuncio (ATI, por sus siglas en inglés) (no mostrado), que, por ejemplo, puede preceder inmediatamente al intervalo DTI 46.

En virtud del estándar modificado IEEE 802.11ad, las estaciones STA 14, 14' pueden denominarse estaciones STA de comunicación multigigabit direccional (DMG, por sus siglas en inglés), y la baliza puede denominarse baliza DMG. En virtud del estándar modificado IEEE 802.11ad, los puntos AP 12 a veces se denominan puntos de control de conjunto BSS personal (PBSS, por sus siglas en inglés) (PCP, por sus siglas en inglés). Ambas expresiones se usarán indistintamente en esta memoria descriptiva.

En las comunicaciones DMG normalmente se ven involucradas estaciones STA que tienen una pluralidad de sectores de antena. Los distintos sectores de antena ofrecen un rendimiento diferente en direcciones diferentes. En el estándar modificado IEEE 802.11ad se incluyen unas especificaciones de formación de haces (BF, por sus siglas en inglés) que se refieren a un proceso mediante el cual al enlace direccional se le "entrena" para que se ajuste al presupuesto de enlace requerido. Estas especificaciones incluyen un proceso 50 de barrido a nivel de sector (SLS, por sus siglas en inglés), tal y como se muestra en la figura 4. La estación que inicia el proceso 50 de barrido SLS se denomina iniciadora, y la otra estación se denomina respondedora. Durante el proceso 50 de barrido SLS, se prueban distintas combinaciones de sectores de antena iniciadora y sectores de antena respondedora para encontrar una combinación satisfactoria. Más específicamente, en una primera fase del barrido SLS, los distintos sectores de la antena iniciadora emiten secuencialmente unas tramas 52 de barrido de sector (SSW, por sus siglas en inglés) (a veces denominadas alternativamente tramas de formación BF). La primera fase del barrido SLS puede llevarse a cabo durante, por ejemplo, una parte de intervalo 42 de transmisión de baliza (BTI) del intervalo BI 40.

En una segunda fase del proceso 50 de barrido SLS, la respondedora transmite secuencialmente unas tramas 54 de barrido SSW a través de sus distintos sectores de antena. Las tramas 54 de barrido SSW emitidas por la respondedora incluyen una retroalimentación relativa a la intensidad de las señales recibidas desde los distintos sectores de la iniciadora. La segunda fase del proceso 50 de barrido SLS se puede realizar, por ejemplo, durante un entrenamiento A-BFT 44 o un intervalo DTI 46 del intervalo BI 40.

En una tercera fase, la iniciadora puede transmitir a la respondedora una retroalimentación 56 de barrido SSW (SSW-FB, por sus siglas en inglés). La retroalimentación SSW-FB indica la intensidad de las señales recibidas desde los distintos sectores de antena de la respondedora y el sector y la antena seleccionados.

En una cuarta fase, la respondedora puede enviar un acuse 58 de recibo de la retroalimentación SSW-FB. El proceso 50 de barrido SLS puede determinar una combinación de sectores funcionales para permitir una comunicación direccional eficiente.

El proceso 50 de barrido SLS normalmente viene seguido de un procedimiento de refinamiento de haz (BRP, por sus siglas en inglés), mediante el cual se puede realizar una búsqueda para encontrar unos parámetros óptimos para una cierta combinación de sectores. El seguimiento de haz se puede realizar para comprobar e intentar corregir una calidad

de señal durante una transferencia de datos. La trama 60 de barrido SSW estándar definida en el apartado 8.3.1.16 del estándar modificado 802.11ad se ha representado en la figura 5 y tiene 26 bytes.

Como la trama 60 de barrido SSW es usada repetidamente tanto por la iniciadora como por la respondedora durante el proceso 50 de barrido SLS, el lado del campo (es decir, el número de bits) está directamente relacionado con el uso de ancho de banda. Por lo tanto, es deseable que el formato 60 de trama de barrido SSW esté limitado en cuanto al tamaño, a la par que conserve su funcionalidad y, en cierta medida, tenga en cuenta la eventual evolución del estándar. En el caso del estándar modificado IEEE 802.11ad, cuando el punto AP 12 es la iniciadora y una estación STA asociada 14 es la respondedora, se dejaron sin usar varios campos de la trama 60 de barrido SSW. Por lo tanto, todavía hay margen de mejora.

El documento IEEE 802.11-16/0416-01-00, titulado “Short SSW Format for 11ay”, fue presentado el 14 de marzo de 2016. Esta presentación se produjo en el contexto de la modificación 11ay, cuyo objetivo era ampliar la modificación 11ad. Este documento propone proporcionar una capacidad de trama 65 corta de barrido SSW que pueda usarse en vez de la trama 60 de barrido SSW de estándar modificado 11ad cuando se determine que ambas estaciones la admiten. En virtud de la modificación 11ay, se proporcionan unas estaciones STA 12, 14, 14' que tienen un transmisor de radio capaz de transmitir y de recibir unas unidades de datos de protocolo de capa física (PHY) (PPDU) de comunicación DMG mejorada (EDMG, por sus siglas en inglés). Por consiguiente, esta capacidad de trama de barrido SSW corta puede requerir que ambas estaciones STA que estén experimentando el barrido SLS sean estaciones STA EDMG. El formato 65 de barrido SSW corto propuesto en este documento se presenta en la figura 6 y tiene 6 bytes. El formato 65 de trama de barrido SSW corto propuesto puede describirse como el formato 60 de trama estándar de barrido SSW con varios campos comprimidos o eliminados.

De hecho, el formato 60 de trama de barrido SSW no corto incluye la dirección 62 de receptora (48 bits) y la dirección 64 de transmisora (48 bits). El formato 65 de trama de barrido SSW corto propuesto incluye un campo 66 de direccionamiento de 16 bits para reemplazar los 96 bits del formato 60 de trama de barrido SSW no corto. Cabe señalar que esta propuesta no define el formato 66 de campo de direccionamiento para el formato de barrido SSW corto.

Si bien el protocolo existente y las presentaciones con respecto a la banda de ondas de 60 GHz han sido hasta cierto punto satisfactorios, sigue habiendo margen de mejora.

Resumen

La presente invención proporciona, en las reivindicaciones independientes, un método para una formación de haces y una primera estación para una formación de haces. En la reivindicación dependiente se divulgan posibles maneras de implementación.

Según un aspecto, se proporciona un formato de campo de direccionamiento para el formato de trama de barrido SSW corto de la modificación 11ay. El formato 68 de campo de direccionamiento se ha ilustrado en la figura 7 y especifica usar el identificador ID de asociación de dirección de receptora (identificador AID de receptora RA) de 8 bits que es adyacente al ID de asociación de dirección de transmisora (identificador AID de transmisora TA) de 8 bits. El formato 68 de campo de direccionamiento se puede usar para llenar el campo 66 de direccionamiento de 16 bits del formato 65 de trama de barrido SSW corto propuesto en el documento IEEE 802.11-16/0416-01-00.

En al menos algunos escenarios, el formato 68 de campo de direccionamiento puede reducir la probabilidad de colisión en comparación con, por ejemplo, el llenado del campo de 16 bits usando un plan de dispersión (hashing scheme).

En virtud de la modificación 11ad, el identificador AID del punto AP se puso a cero. El identificador AID de la estación STA fue asignado por el punto AP, y podría comunicarse del punto AP a la estación STA (p. ej., durante el proceso de asociación). El identificador AID de estación STA podría comunicarse a través de, por ejemplo, un elemento de información de capacidad durante el intervalo BTI. En la figura 8A se presenta un elemento 70 de información de capacidad de ejemplo. Puede verse que el elemento 70 de información de capacidad de ejemplo tiene un campo 72 de identificador ID de asociación (identificador AID) que ocupa un total de 16 bits. Este campo 72 de identificador ID de asociación estaba destinado a usarse como campo de identificador AID de estación A-STA. Para ello, solo se usaron los 8 bits LSB 74 del campo 72 de identificador AID de 16 bits; los 8 bits MSB 76 se reservaron para la comunicación EDMG y se pusieron a cero. En algunos escenarios alternativos es posible comunicar el identificador AID de estación STA en un elemento de información de funcionamiento.

Cuando se realizó un barrido SLS en un conjunto BSS superpuesto (OBSS), hubo una cierta probabilidad de tener falsos positivos asociada a escenarios en los que todos los identificadores AID de punto AP eran iguales (p. ej., se habían puesto a cero). Se vio que, al menos en algunos escenarios, esta probabilidad de tener falsos positivos podía reducirse asignando un identificador AID característico a cada punto AP.

Según otro aspecto, se proporciona un método mediante el cual se puede usar un identificador ID de asociación característico para el punto AP. Este ID de asociación puede ser característico. Más específicamente, el identificador AID puede ser característico si tiene al menos una probabilidad significativa de no ser el mismo para todos los puntos

AP que operan en un conjunto OBSS determinado. De esta manera se puede reducir la probabilidad de tener falsos positivos cuando se opera en un conjunto OBSS en comparación con, digamos, un escenario en el que todos los puntos AP tienen el mismo AID. El procedimiento incluye ordenar al punto AP que se asigne a sí mismo un identificador AID característico. Este proceso conlleva hacer que el punto AP genere un identificador AID y almacenarlo en un campo determinado dentro de la memoria del punto AP. El identificador AID de punto AP se genera aleatoriamente. El identificador AID de punto AP puede comunicarse del identificador AID de punto AP a una estación STA a través del medio inalámbrico. La estación STA puede recibir el identificador AID de punto AP y almacenarlo en una memoria de la estación STA.

Se vio que, al menos en algunos escenarios, fue posible comunicar el identificador AID de punto AP característico del punto AP a la estación STA al incluir los 8 bits del identificador AID de punto AP como los 8 bits MSB de un campo de identificador AID de 16 bits. Por ejemplo, el identificador AID de punto AP puede incluirse como los 8 bits MSB del campo 82 de identificador AID de 16 bits del elemento 80 de información de capacidad mostrado en la figura 8B. Por consiguiente, el elemento 70 de información de capacidad puede modificarse para incluir el identificador AID de punto AP. En tal escenario, el identificador AID de punto AP puede denominarse identificador AID 78 de conjunto BSS EDMG y, al menos en algunas realizaciones, ambas expresiones pueden usarse indistintamente. En otras palabras, el identificador AID de punto AP destinado a usarse en el barrido SLS puede usarse como el identificador AID de conjunto BSS EDMG, incluso para cualquier otro uso oportuno distinto del barrido SLS. Además, en tal escenario, el elemento de información de capacidad puede denominarse elemento 80 de información con capacidad EDMG, por ejemplo. En algunos escenarios es posible comunicar el identificador AID de punto AP característico en un campo de otro elemento, por ejemplo, el elemento de información de funcionamiento.

El elemento 80 de información con capacidad EDMG puede transmitirse del punto AP a la estación STA durante, por ejemplo, el intervalo ATI o el intervalo DTI del intervalo BI. El identificador AID 78 de conjunto BSS EDMG puede ser comunicado por el punto AP a otra estación STA durante el proceso de asociación, por ejemplo, haciendo que sea parte de la baliza. El identificador AID 78 de conjunto BSS EDMG puede comunicarse a otra estación STA junto con el identificador AID 74 de la estación STA. Esto se puede lograr usando, por ejemplo, los 8 bits MSB de un campo de identificador AID de 16 bits, en el caso del identificador AID 78 de conjunto BSS EDMG / identificador AID de punto AP, y los 8 bits LSB del campo de identificador AID de 16 bits, en el caso del identificador AID 74 de estación STA. En algunas realizaciones, el campo de identificador AID de 16 bits puede comunicarse del punto AP a la estación STA en una trama de gestión aparte que el elemento de información de capacidad, si se ve que es adecuada.

Durante el uso, estos 8 bits MSB del formato de campo de identificador AID de 16 bits pueden ser llenados por el punto AP en una memoria del punto AP, lo más probable, puestos a un valor distinto de cero, y usados más tarde por el punto AP. La estación STA puede recibir del punto AP el identificador AID de conjunto BSS EDMG y almacenarlo en la memoria de la estación STA. La estación STA puede entonces usar el identificador AID de conjunto BSS EDMG como un identificador AID de punto AP durante el barrido SLS o para otros fines. Este AID de conjunto BSS EDMG puede ser distinto de cero y puede establecerse de una manera en la que se reduzca la probabilidad de tener falsos positivos cuando se opera en un conjunto OBSS. El identificador AID de conjunto BSS EDMG puede ser un valor característico generado aleatoriamente por el punto AP, o generado por el punto AP usando un plan de coloración u otro plan adecuado, o definido por el punto AP copiando una parte característica de un identificador ID existente, tal como, por ejemplo, un identificador ID de conjunto BSS. El identificador AID de punto AP puede usarse como identificador AID de conjunto BSS EDMG o viceversa, y ambas expresiones pueden ser equivalentes en algunas realizaciones.

El identificador AID de receptora RA y el identificador AID de transmisora TA tienen 8 bits cada uno y son adyacentes el uno al otro en la trama de barrido SSW corta.

La estación es un punto de acceso (AP), en donde el punto AP está configurado para asignarse a sí mismo un identificador ID de asociación de dirección de punto AP (identificador AID de punto AP) característico, para comunicar el identificador AID de punto AP característico y para usar el identificador AID de punto AP como identificador AID de receptora RA o como identificador AID de transmisora TA dependiendo de si el punto AP está recibiendo o transmitiendo, respectivamente, durante una cierta etapa del proceso de barrido SLS.

El identificador AID de punto AP es generado aleatoriamente por el punto AP.

El punto AP puede configurarse para asignar un identificador ID de asociación de dirección (identificador AID de estación STA) a la otra estación durante un proceso de asociación, para comunicar el identificador AID de punto AP a la otra estación durante el proceso de asociación y para usar el identificador AID de estación STA como el otro identificador de entre el identificador AID de receptora RA y el identificador AID de transmisora TA cuando realice un barrido SLS con la otra estación.

La estación está configurada para usar una trama de barrido SSW no corta como dicha trama de datos de barrido SSW, en donde el uso de dicha trama de barrido SSW corta puede depender de si la otra estación posee una capacidad de trama de barrido SSW corta.

La estación es una estación EDMG, y la habilitación de la capacidad de trama de barrido SSW corta en la otra estación puede depender de si la otra estación puede funcionar como una estación EDMG.

El formato de trama de barrido SSW corto tiene 6 bytes e incluye, en secuencia, 2 bits para un tipo de paquete, 8 bits para el identificador AID de receptora RA, 8 bits para el identificador AID de transmisora TA, 11 bits para una cuenta atrás (CDOWN), 2 bits para un identificador ID de cadena de RF, 11 bits para una retroalimentación de barrido SSW corto, 1 bit para una dirección, 1 bit reservado y 4 bits para una secuencia FCS.

Descripción de las figuras

En las figuras,

La figura 1 es una vista esquemática que muestra un conjunto de servicios básicos (BSS) según la técnica anterior;

la figura 2 es una vista esquemática de una estación que puede estar habilitada para usarse como estación asociada o estación de punto de acceso en el conjunto BSS de la figura 1, según la técnica anterior;

la figura 3 es una vista esquemática de un formato de intervalo de baliza que puede usarse en comunicaciones inalámbricas entre estaciones de un conjunto BSS, según la técnica anterior;

la figura 4 es una vista esquemática de un proceso de barrido a nivel de sector (SLS) que puede usarse para la formación de haces entre dos estaciones que se comunican inalámbricamente dentro de un conjunto BSS, según la técnica anterior;

la figura 5 es una vista esquemática que muestra el formato de trama de barrido de sector (SSW) para usarse en el barrido SLS, tal y como se define en el estándar modificado IEEE 802.11ad, según la técnica anterior;

la figura 6 es una vista esquemática que muestra un formato de trama de barrido SSW corto propuesto según la técnica anterior, con un formato de campo de direccionamiento no especificado;

la figura 7 es una vista esquemática de un formato de trama de barrido SSW corto con un formato de campo de direccionamiento de doble identificador AID, para usarse en virtud del estándar modificado IEEE 802.11ay;

la figura 8A es un elemento de información de capacidad de ejemplo;

la figura 8B es un elemento de información de capacidad de ejemplo que se usa para comunicar el identificador AID de punto AP del punto AP a la estación A-STA.

las figuras 9A y 9B son tablas en las que se relacionan cálculos de probabilidad de tener falsos positivos para diversas cantidades de conjuntos BSS superpuestos con cantidades variables de estaciones por conjunto BSS, presentando la figura 9A un formato de campo de direccionamiento dispersado y presentando la figura 9B un formato de campo de direccionamiento de doble identificador AID;

las figuras 10A a 10D presentan los valores de las tablas de las figuras 9A y 9B en forma gráfica;

la figura 11A presenta una secuencia de decodificación para el formato de campo de direccionamiento dispersado y la figura 11B presenta una secuencia de decodificación para un formato de campo de direccionamiento de doble identificador AID.

Descripción detallada

La figura 1 muestra un ejemplo de un conjunto 10 de servicios básicos (BSS) que puede tener dos o más estaciones (STA) 12, 14, 14'. Las estaciones STA 12, 14, 14' pueden ser capaces de comunicarse entre sí inalámbricamente en la banda de 60 GHz, por ejemplo, para realizar una comunicación inalámbrica multigigabit direccional (DMG). Una de las estaciones 12, 14, 14' de la figura 1 es un punto 12 de acceso (AP), que puede denominarse alternativamente punto de control PBSS (PCP) en virtud del estándar modificado 802.11ad. Las demás estaciones son las estaciones STA 14, 14' que no son puntos AP.

Antes de poder comunicarse con otras estaciones 12, 14' dentro del conjunto BSS 10, una estación STA 14 que no es un punto AP debe realizar un proceso de asociación con el punto AP 12; un proceso durante el cual, a la estación STA 14 que no es un punto AP se le asigna un identificador ID de asociación (identificador AID). En algunas realizaciones, el punto AP 12 está asociado permanentemente. Por consiguiente, el punto AP no tiene necesariamente un identificador AID cuando se inicia el barrido SLS. El punto AP 12 puede configurarse para asignarse a sí mismo un identificador AID, tal y como se detallará a continuación.

Las estaciones 14, 14' que no son puntos AP pueden adoptar formas diferentes, que se describen colectivamente como equipos de usuario (UE) y que pueden ser dispositivos móviles, tales como un ordenador portátil o una tableta, o dispositivos portátiles, tales como un teléfono inteligente, una PDA, etc. Las estaciones 14, 14' que no son puntos AP también pueden conectarse a objetos tales como un reloj, una televisión, una consola de videojuegos, un controlador o un sistema de bloqueo inteligente o a otros dispositivos en el ámbito del internet de las cosas (IoT). Por ejemplo, una vez asociadas, las estaciones 14, 14' que no son puntos AP pueden tener acceso a internet 16 a través del punto AP 12 o pueden comunicarse entre sí y formar una red.

La figura 2 muestra un ejemplo de una estación 20 que está habilitada para una comunicación de manera inalámbrica. La estación 20 tiene por lo general uno o más procesadores 22, una memoria 24 y uno o más sistemas 26 de radio. Un sistema de radio incluye habitualmente un subsistema transmisor 28 y un subsistema receptor 30 conectados a una o más antenas 32. Normalmente, una estación habilitada para la comunicación inalámbrica multigigabit directa (DMG) en la banda de 60 GHz tendrá más de un sector de antena, y la conexión inalámbrica será entrenada mediante un proceso de formación de haces.

En virtud del estándar modificado IEEE 802.11ad, el proceso de formación de haces incluye un proceso 50 de barrido a nivel de sector (SLS) —esquematizado en la figura 4—, que permite que las dos estaciones que se están comunicando seleccionen una combinación favorable de sectores de antena. Una de las dos estaciones actuará como iniciadora y comenzará a transmitir la secuencia de unas tramas 52 de barrido de sector (SSW), que serán recibidas por la otra estación, que actúa como respondedora. Después de esta fase inicial, la respondedora transmite una secuencia de unas tramas 54 de barrido SSW, que son recibidas por la iniciadora. En muchos casos, el punto AP actúa como iniciador, pero esto no siempre es así; un barrido SLS puede iniciarse entre otras combinaciones de estaciones dentro del conjunto BSS.

Una estación que sea un punto AP o que no sea un punto AP puede estar habilitada para realizar un barrido SLS de trama de barrido SSW corta si tiene unas instrucciones legibles por ordenador apropiadas almacenadas en su memoria 24. Las instrucciones legibles por ordenador pueden ser ejecutables por el o los procesadores 22 y pueden incluir unas especificaciones de control MAC y de capa PHY para realizar unas etapas del proceso 50 de barrido SLS, tal como generar las tramas 60 de barrido SSW. Las instrucciones legibles por ordenador pueden incluir el formato 68 de campo de direccionamiento del formato 69 de trama de barrido SSW corto.

Las tramas 69 cortas de barrido SSW pueden ser particularmente útiles en aplicaciones en las que una, o ambas, de las estaciones tengan configuraciones masivas de antenas en grupo (array). En virtud del estándar modificado 802.11ay, las estaciones conservarán la capacidad de utilizar tramas 60 de barrido SSW según el estándar modificado 802.11ad, que se denominarán en la presente memoria tramas no cortas de barrido SSW a efectos de claridad. Las estaciones 12, 14, 14' pueden realizar una determinación de si pueden usarse o no tramas 69 cortas de barrido SSW, y esto puede depender de factores tales como si ambos dispositivos están o no habilitados para realizar un barrido SSW corto. En particular, las estaciones de comunicación DMG mejorada (EDMG) pueden estar habilitadas para trabajar con tramas cortas de barrido SSW en virtud del estándar modificado 802.11ay.

Uno de los desafíos a la hora de seleccionar un formato de campo de direccionamiento está relacionado con la probabilidad de tener falsos positivos (probabilidad de colisión) en el contexto de un entorno de conjuntos de servicios básicos superpuestos (OBSS).

En la figura 7 se muestra un formato 68 de campo de direccionamiento propuesto para usarse en el contexto del formato 69 de trama de barrido SSW corto. El formato 68 de campo de direccionamiento incluye, el identificador AID 71 de dirección de receptora (identificador AID de receptora RA) y el identificador AID 73 de dirección de transmisora (identificador AID de transmisora TA). Los identificadores AID de las dos estaciones que se están comunicando se pueden usar durante el proceso 50 de barrido SLS en los campos de identificador AID de receptora RA y de identificador AID de transmisora TA. Por ejemplo, el identificador AID de la iniciadora puede usarse en el campo de identificador AID de receptora RA o en el campo de identificador AID de transmisora TA dependiendo de si la iniciadora está recibiendo o transmitiendo durante una fase dada del barrido SLS. El formato de campo de direccionamiento puede tener un total de 16 bits, y el identificador AID de receptora RA y el identificador AID de transmisora TA pueden tener ambos 8 bits y ser adyacentes el uno al otro. En esta realización, el identificador AID de receptora RA tiene los 8 bits MSB del formato 68 de campo de direccionamiento de 16 bits, y el identificador AID de transmisora TA tiene los 8 bits LSB del formato 68 de campo de direccionamiento de 16 bits.

Si el punto AP 12 es el receptor o el transmisor y no tiene un identificador AID, se puede asignar a sí mismo un identificador AID antes de experimentar el proceso 50 de barrido SLS.

La probabilidad de tener falsos positivos dentro de un conjunto (P)BSS puede basarse en el “problema del cumpleaños”, un ejemplo bien conocido en la teoría de probabilidades en el que, en un conjunto de personas aleatoriamente elegidas, algún par de ellas tendrá el mismo cumpleaños. De hecho, la probabilidad puede basarse en:

$$p(n, H) \approx 1 - e^{-n(n-1)/(2H)} \approx 1 - e^{-n^2/(2H)} \approx n^2/(2H) \quad (1)$$

donde n indica el número de estaciones STA por conjunto BSS, H es igual a 2^m , donde m indica el número de bits.

Lema 1: la probabilidad de tener falsos positivos en un conjunto OBSS ($b \geq 2$), para una dirección dispersada para un conjunto OBSS con un número igual de estaciones STA por conjunto BSS, se calcula como

$$p(n, b, H) \approx ((b * n)^2 - ((b - 1) * n)^2) / (2H) = (2b - 1) * n^2 / 2H \quad (2)$$

donde b indica el número de conjuntos BSS, concretamente, el conjunto OBSS.

Lema 2: el falso positivo para el cálculo de dos identificadores AID en el conjunto OBSS con un número igual de estaciones STA es:

$$p(n, b, H) \approx (b - 1) * n^2 / H \quad (3)$$

suponiendo que $p < 1\%$ sea la tasa de falsos positivos buena que es equivalente a la tasa de error en paquete (PER, por sus siglas en inglés) $< 10^{-2}$.

Se realizaron cálculos de falsos positivos basados en lo anterior para: i) el plan de direccionamiento de identificador AID de receptora RA y de identificador AID de transmisora TA (plan de doble identificador AID de 16 bits); ii) un plan de dirección dispersada. El plan de dirección dispersada es $A(16 \text{ bits}) = \text{CRC16}(\text{RA}(48 \text{ bits}) || \text{TA}(48 \text{ bits}))$, donde A indica el campo de direccionamiento en las tramas cortas de barrido SSW, RA y TA indican ambos el campo de direccionamiento intrínseco en tramas de barrido SSW según el estándar modificado 11ad y CRC16 indica el algoritmo CRC 16-CCITT.

Los resultados de los cálculos se presentan en la tabla de la figura 9A, en el caso del plan de direccionamiento dispersado, y en la tabla de la figura 9B, en el caso del plan de doble identificador AID de 16 bits, en las que n representa el número de estaciones STA y b representa el número de conjuntos BSS superpuestos. Estos resultados se han trazado en las gráficas presentadas en las figuras 10A a 10D, en las que se puede ver que el plan de doble identificador AID de 16 bits es preferible al plan de dirección dispersada. La diferencia es particularmente notable en los escenarios de conjunto OBSS de menor densidad y de mayor densidad de estaciones por conjunto BSS.

La selección del plan de direccionamiento también puede influir en la eficiencia de decodificación. De hecho, en la figura 11A se muestra una secuencia 80 de decodificación de ejemplo con el plan de dirección dispersada, y en la figura 11B se muestra una secuencia 90 de decodificación de ejemplo con el plan de doble identificador AID. El plan 80 de dirección dispersada dedica más tiempo a dispersar y hacer coincidir

(la casilla repetir N veces), y la complejidad temporal puede, en general, depender linealmente del tamaño de la lista de direcciones de control MAC $O(N)$. La secuencia 90 de decodificación de plan de doble identificador AID es comparativamente más sencilla y puede necesitar menos tiempo. En el plan 90 de doble identificador AID, para realizar la identificación se puede usar además un procedimiento 92 de verificación adicional. Por ejemplo, se pueden comprobar otros campos aparte de los campos de identificador AID de receptora RA y de identificador AID de transmisora TA (tales como, por ejemplo, el de identificador ID de conjunto BSS).

Al punto AP se le puede ordenar que se asigne a sí mismo un identificador AID fijo. Por ejemplo, en la modificación 11ad, las siguientes reglas pueden regir la asignación de identificadores ID de asociación por parte del punto AP:

- 1-254 se asignan a las estaciones STA 14, 14';
- 0 se asigna al punto AP 12;
- 255 se asigna a la dirección de difusión.

Se entenderá que, en esta realización, hay una probabilidad de tener falsos positivos distinta de cero para el identificador AID de punto AP cuando el identificador AID de punto AP se ha fijado en 0 y funciona en el conjunto OBSS. En efecto, en tal contexto puede obtenerse una indicación de una probabilidad de tener falsos positivos mediante la adaptación de los cálculos presentados anteriormente a un contexto de 8 bits en lugar de a un contexto de 16 bits.

Se vio que, en al menos algunos escenarios, está probabilidad de tener falsos positivos podría reducirse mediante la asignación de un identificador AID de punto AP característico. El identificador AID de un punto AP puede ser "característico" si tiene una probabilidad de ser distinto de los identificadores AID de otros puntos AP en el conjunto OBSS. Un identificador AID de punto AP característico se puede asignar de una manera tal que los identificadores AID de punto AP tengan una probabilidad apropiadamente alta de ser distintos entre distintos puntos AP del conjunto OBSS. Un identificador AID de punto AP característico puede tener una probabilidad relativamente alta (p. ej., superior

a 0,5) de ser distinto de cero. Por ejemplo, al punto AP se le puede ordenar que se asigne a sí mismo un identificador AID aleatorio. Alternativamente, al punto AP se le puede ordenar que se asigne a sí mismo un identificador AID basándose en un plan de dispersión tal como, por ejemplo, un plan de coloración (coloring scheme). Un plan de coloración puede basarse en, por ejemplo, el identificador ID de conjunto BSS (48 bits).

En otra realización más, al punto AP se le puede ordenar que use una parte característica específica de bits consecutivos de un valor existente, tal como, por ejemplo, los 8 bits MSB o los 8 bits LSB del identificador ID de conjunto BSS, como el identificador AID de punto AP. En cada uno de estos últimos ejemplos, el identificador AID de punto AP puede considerarse un identificador AID de punto AP característico en comparación con el escenario de identificadores AID fijados, tal como aquél en el que todos los identificadores AID de punto AP se ponen a cero. De hecho, esto puede dar como resultado una probabilidad significativamente menor de generar un mismo identificador AID para dos o más puntos AP en el conjunto OBSS y, por tanto, reducir el riesgo de colisión en el conjunto OBSS.

Se vio que un valor así generado por el punto AP puede tener otros usos además del presentado anteriormente en el contexto del barrido SSW corto. Por ejemplo, en la comunicación DMG, para el identificador AID de estación STA podría usarse un elemento 70 de información de capacidad que tenga 16 bits para un campo de identificador AID. Sin embargo, para el identificador AID de estación STA solo se usaron los 8 bits LSB, estando los 8 bits MSB reservados para la comunicación EDMG. Estos 8 bits MSB de este campo de identificador AID pueden aprovecharse llenándose con el valor característico del identificador AID de punto AP, tal y como se muestra en la figura 8B, que, en este contexto, puede denominarse identificador AID 78 de conjunto BSS EDMG. Una vez recibido por la estación STA, el identificador AID 78 de conjunto BSS EDMG puede usarse para cualquier uso oportuno, que puede ser uno distinto del formato de trama de barrido SSW corto.

Se vio que podría ser útil ordenar al punto AP que asigne un valor distinto de cero al identificador AID de conjunto BSS EDMG. También se vio que podría ser útil usar un identificador AID de conjunto BSS EDMG distinto de cero que tenga una gran probabilidad de ser distinto del identificador AID de conjunto BSS EDMG de otros puntos AP en el conjunto OBSS. Puede resultar útil hacer que el punto AP genere un valor único que pueda usarse entonces tanto como el identificador AID de punto AP para el barrido corto SSW como también el identificador AID de conjunto BSS EDMG para cualquier otro uso oportuno. En virtud del estándar actual, ambos de estos valores tienen 8 bits. Este valor de identificador AID de conjunto BSS EDMG / identificador AID de punto AP puede comunicarse del punto AP a una estación STA durante el proceso de asociación de la estación STA o, por ejemplo, en cualquier otro momento oportuno. Por consiguiente, el identificador AID de punto AP usado en el contexto del barrido corto SSW presentado anteriormente puede denominarse identificador AID de conjunto BSS EDMG.

Por consiguiente, el identificador AID de conjunto BSS EDMG puede ser generado aleatoriamente (p. ej., pseudoaleatoriamente) por el punto AP o puede ser un valor característico. El valor de identificador AID de conjunto BSS EDMG puede llenarse en los 8 bits MSB del campo 82 de identificador AID de 16 bits. Al punto AP se le puede ordenar que llene los 8 bits MSB del campo de identificador AID de 16 bits con el valor característico de identificador AID 78 de conjunto BSS EDMG.

Cuando una estación A-STA inicia un barrido SLS de barrido SSW corto, puede usar el identificador AID de conjunto BSS EDMG como el identificador AID de punto AP (es decir, como identificador AID de receptora RA o como identificador AID de transmisora TA) en el formato de trama de barrido SSW corto. Más específicamente, la estación A-STA puede construir la trama de barrido SSW corta llenando el campo 68 de direccionamiento con, por ejemplo, el campo 82 de identificador AID de 16 bits.

Alternativamente, el valor característico del identificador AID de conjunto BSS EDMG puede ser usado por la estación STA para otros usos distintos del barrido SLS y, por ejemplo, no se puede usar como identificador AID de punto AP durante el barrido SLS.

Hay diversas maneras en las que el identificador AID de punto AP / identificador AID de conjunto BSS EDMG se puede comunicar del punto AP a la estación STA. Un primer ejemplo es incluir el identificador AID de punto AP como parte de un elemento 80 de información de capacidad EDMG, tal como el mostrado en la figura 8B. El elemento 80 de información de capacidad EDMG puede, por ejemplo, adjuntarse (p. ej., "superponerse") a la baliza DMG en el contexto del intervalo BTI 42.

Otros ejemplos de posibles maneras de comunicar el identificador AID de punto AP / identificador AID de conjunto BSS EDMG pueden incluir:

- a) Enviarse de otra manera a través de la baliza DMG;
- b) a través de una trama de respuesta de asociación o de reasociación (una trama de gestión en la que puede incluirse, por ejemplo, en un elemento 82 de información de capacidad EDMG u otro elemento);
- c) a través de una trama de acuse de recibo de concesión (una trama de gestión);

- d) a través de una trama de respuesta de sonda (una trama de gestión);
- e) a través de un elemento de programación ampliada (un elemento de programación ampliada es un elemento de información que se puede superponer a cualquier trama de gestión adecuada);
- 5 f) a través de un elemento de múltiples identificadores BSSID (un elemento de múltiples identificadores BSSID es un elemento de información que puede superponerse a cualquier trama de gestión adecuada);
- 10 g) a través de un elemento de capacidad de identificador BSSID no transmitido (otro elemento de información que puede superponerse a cualquier trama de gestión adecuada); y
- h) a través de un elemento de cambio de parámetro de conjunto BSS DMG (otro elemento de información más que puede superponerse a cualquier trama de gestión adecuada).
- 15 Haciendo referencia de nuevo a la figura 11B, una secuencia 90 de decodificación con el plan de doble identificador AID puede incluir opcionalmente un procedimiento 92 de verificación adicional. El procedimiento 92 de verificación adicional se puede usar para reducir aún más la probabilidad de colisión. El procedimiento 92 de verificación adicional puede suponer el uso de, por ejemplo, el campo 75 de retroalimentación de barrido SSW corto (fig. 7). El procedimiento 92 de verificación adicional puede conllevar proporcionar una aleatoriedad adicional. Por ejemplo, durante el barrido de sectores de iniciadora (ISS), o tramas de unidifusión, el campo 75 de retroalimentación SSW corto puede reservarse para una validación de 10 bits de un identificador ID de conjunto BSS acertado. Más generalmente, si el campo 75 de retroalimentación de barrido SSW corto no se estaba utilizando, puede usarse, en el contexto de esta divulgación, para añadir otra información, tal como información de identificador ID de sector, de conjunto BSS, etc.
- 20
- 25 Como se puede entender, los ejemplos descritos anteriormente e ilustrados pretenden ser únicamente ilustrativos. El alcance viene indicado por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de formación de haces entre una primera estación que tiene una pluralidad de sectores de antena y una segunda estación, comprendiendo el método:

realizar, por parte de la primera estación, un proceso de barrido a nivel de sector, SLS, que incluye transmitir, en secuencia, una primera pluralidad de tramas de barrido de sector corto, SSW, a la segunda estación usando unos correspondientes de los sectores de antena y recibir, en secuencia, una segunda pluralidad de tramas cortas de barrido SSW procedentes de la segunda estación, teniendo la segunda pluralidad de tramas cortas de barrido SSW un formato de campo de direccionamiento que especifica un identificador ID de asociación de dirección de receptora, identificador AID de receptora RA, y un identificador ID de asociación de dirección de transmisora, identificador AID de transmisora TA;

en el que el identificador AID de receptora RA y el identificador AID de transmisora TA tienen cada uno 8 bits y son adyacentes el uno al otro en el formato de barrido SSW corto, en el que la primera estación es un punto de acceso, AP, comprendiendo además el método, antes de realizarse el procedimiento de barrido SLS, que el punto AP se asigne a sí mismo un identificador ID de asociación de dirección característico, identificador AID de punto AP, y usar el identificador AID de punto AP como el identificador AID de receptora RA o como el identificador AID de transmisora TA dependiendo de si el punto AP está recibiendo o transmitiendo, respectivamente, durante una etapa dada del proceso de barrido SLS;

en el que el punto AP que se asigna a sí mismo el identificador AID de punto AP comprende el punto AP que genera aleatoriamente el identificador AID de punto AP, y

determinar además que la segunda estación está habilitada con una capacidad de trama de barrido SSW corta y seleccionar un formato de trama de barrido SSW corto en lugar de un formato de trama de barrido SSW no corto para el proceso de barrido SLS con otra estación,

en el que la primera estación es una estación multigigabit direccional mejorada, EDMG, y la habilitación en la segunda estación de la capacidad de trama de barrido SSW corta depende de si la segunda estación es una estación EDMG.

2. El método de la reivindicación 1, en el que el formato de trama de barrido SSW corto tiene 6 bytes e incluye, en secuencia, 2 bits para un tipo de paquete, 8 bits para el identificador AID de receptora RA, 8 bits para el identificador AID de transmisora TA, 11 bits para una cuenta atrás, CDOWN, 2 bits para un identificador ID de cadena de RF, 11 bits para una retroalimentación de barrido SSW corto, 1 bit para una dirección, 1 bit reservado y 4 bits para una secuencia FCS, en el que un tipo de paquete, la cuenta atrás CDOWN, el identificador ID de cadena de RF, la retroalimentación de barrido SSW corto, la dirección y la secuencia FCS están definidos según el estándar modificado IEEE802.11ad.

3. Una primera estación para una formación de haces que comprende:

Un procesador,

un transceptor, y

una memoria que tiene instrucciones legibles por ordenador para ejecutar una formación de haces entre la primera estación que tiene una pluralidad de sectores de antena y una segunda estación, que incluye las etapas de:

realizar, por parte de la primera estación, un proceso de barrido a nivel de sector, SLS, que incluye transmitir, en secuencia, una primera pluralidad de tramas cortas de barrido de sector, SSW, a la segunda estación usando los correspondientes de los sectores de antena, y

recibir, por parte de la primera estación, en secuencia, una segunda pluralidad de tramas cortas de barrido SSW procedentes de la segunda estación, teniendo la segunda pluralidad de tramas cortas de barrido SSW un formato de campo de direccionamiento que especifica un identificador ID de asociación de dirección de receptora (identificador AID de receptora RA) y un identificador ID de asociación de dirección de transmisora (identificador AID de transmisora TA);

en el que el identificador AID de receptora RA y el identificador AID de transmisora TA tienen cada uno 8 bits y son adyacentes el uno al otro en el formato de barrido SSW corto, en el que la primera estación es un punto de acceso, AP, y comprendiendo además las etapas, antes de realizarse el procedimiento de barrido SLS, que el punto AP se asigne a sí mismo un identificador ID de asociación de dirección característico, identificador AID de punto AP, y usar el identificador AID de punto AP como el identificador AID de receptora

RA o como el identificador AID de transmisora TA dependiendo de si el punto AP está recibiendo o transmitiendo, respectivamente, durante una etapa dada del proceso de barrido SLS;

5 en el que el punto AP que se asigna a sí mismo el identificador AID de punto AP comprende: el punto AP que genera aleatoriamente el identificador AID de punto AP, y

10 determinar además que la segunda estación está habilitada con una capacidad de trama de barrido SSW corta y seleccionar un formato de trama de barrido SSW corto en lugar de un formato de trama de barrido SSW no corto para el proceso de barrido SLS con otra estación,

en el que la primera estación es una estación multigigabit direccional mejorada, EDMG, y la habilitación en la segunda estación de la capacidad de trama de barrido SSW corta depende de si la segunda estación es una estación EDMG.

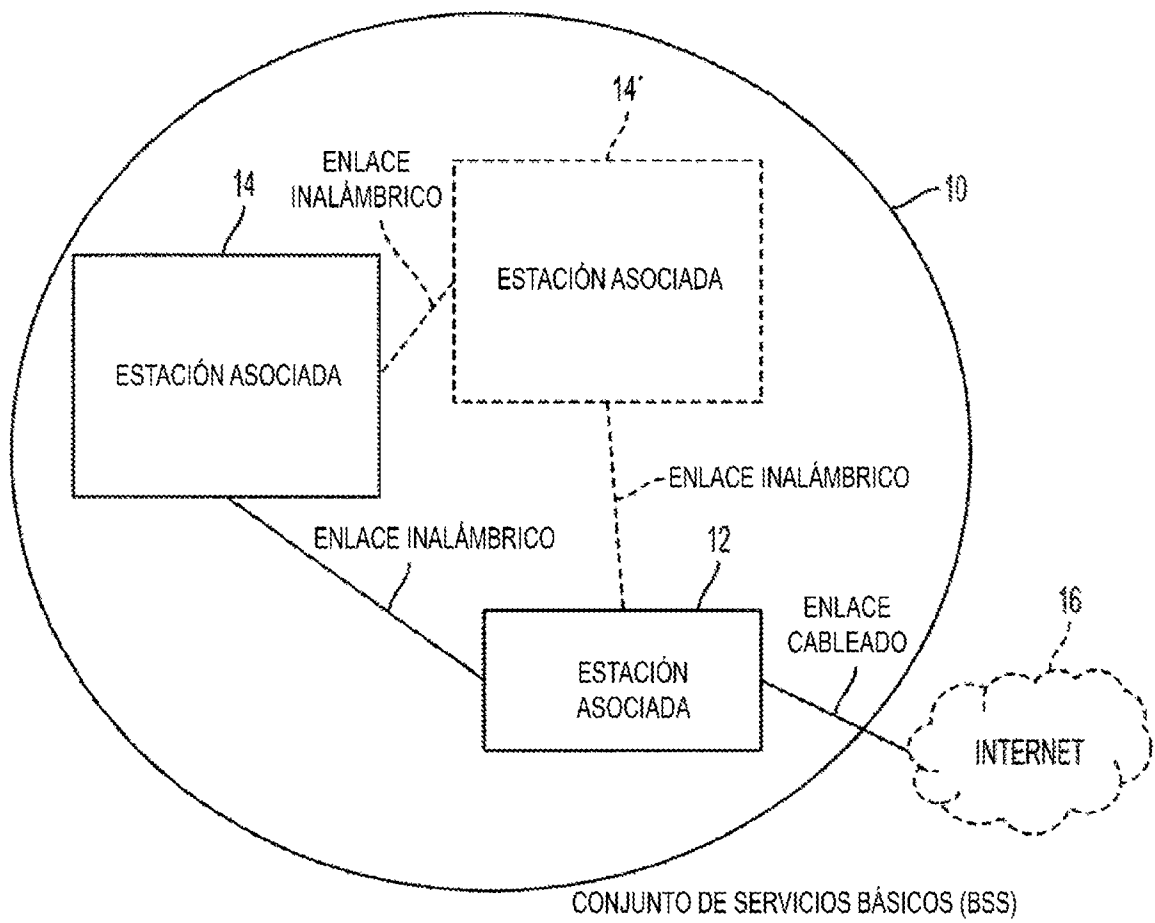


Figura 1
TÉCNICA ANTERIOR

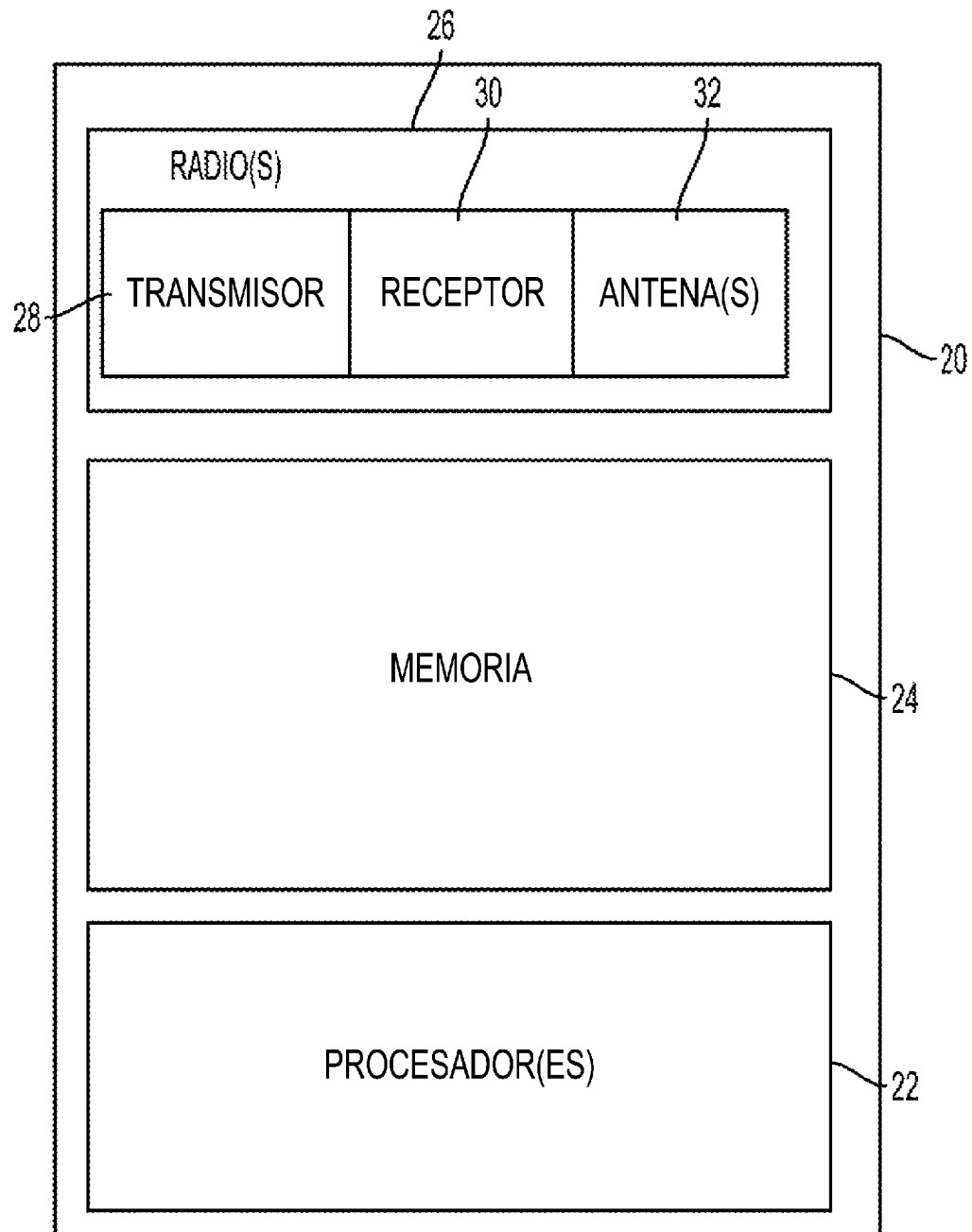


Figura 2
TÉCNICA ANTERIOR

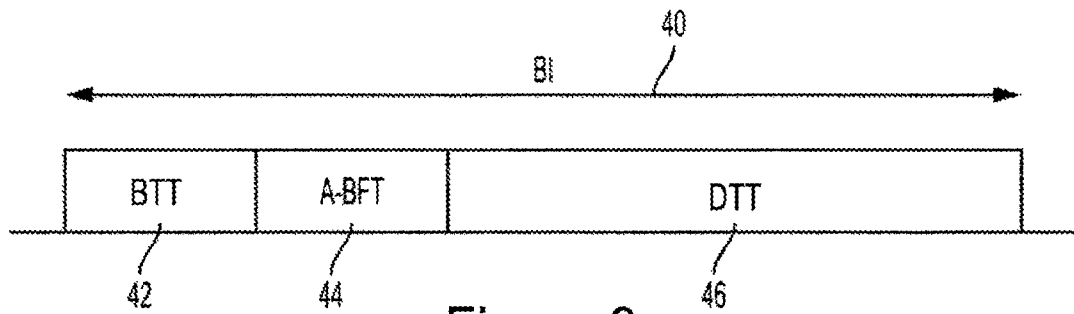


Figura 3
TÉCNICA ANTERIOR

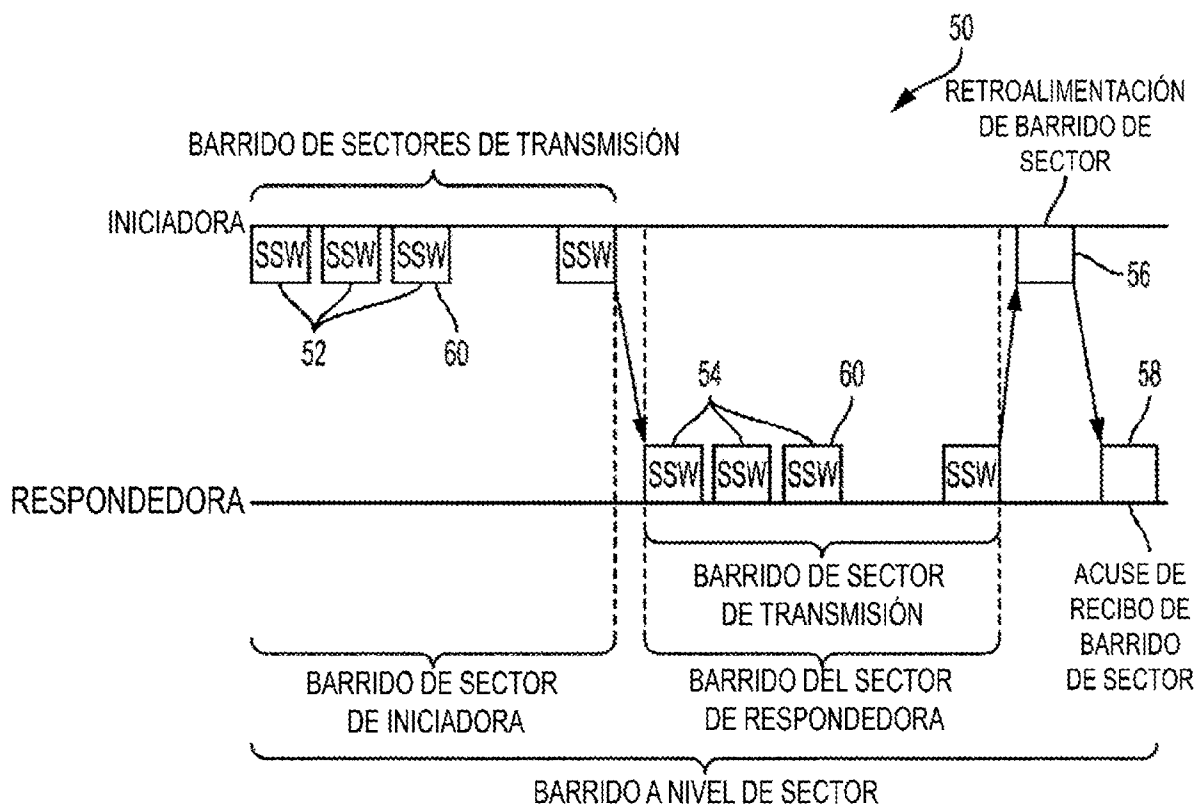


Figura 4
TÉCNICA ANTERIOR

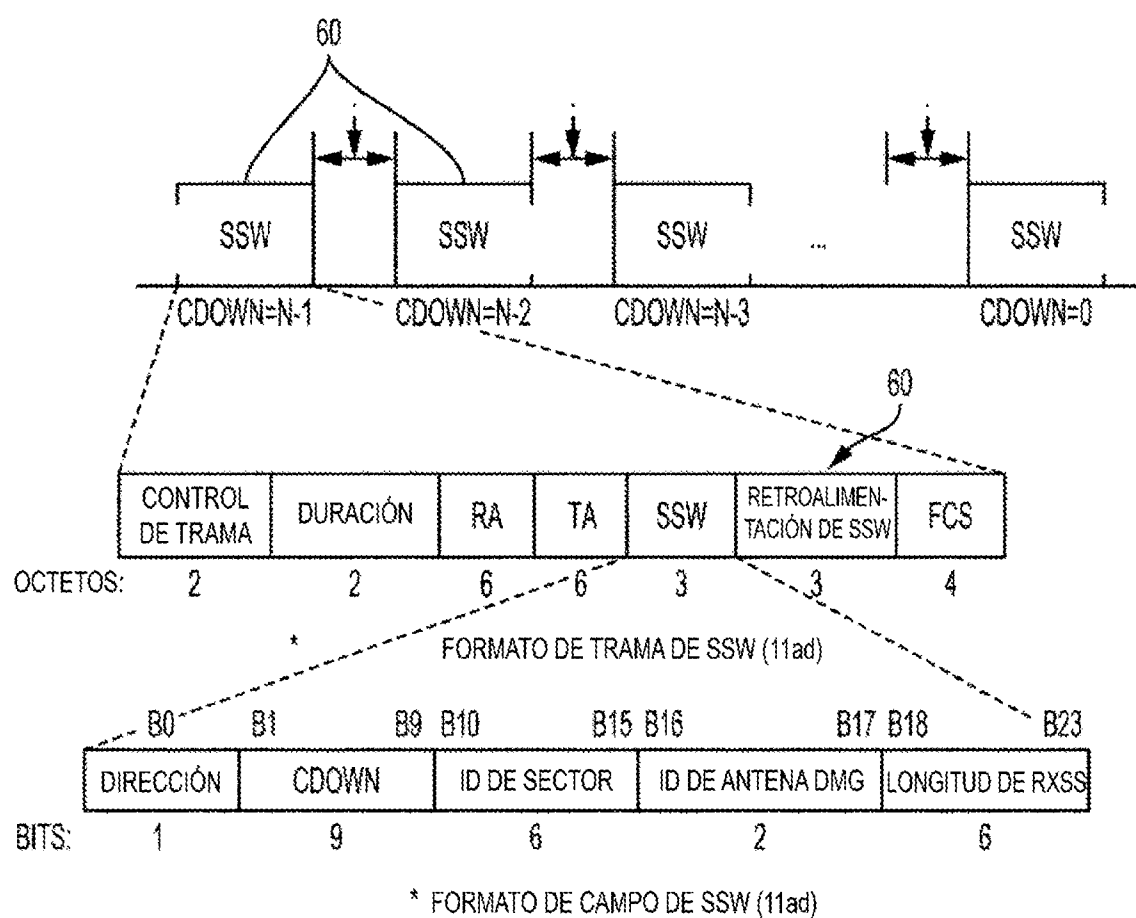


Figura 5
TÉCNICA ANTERIOR

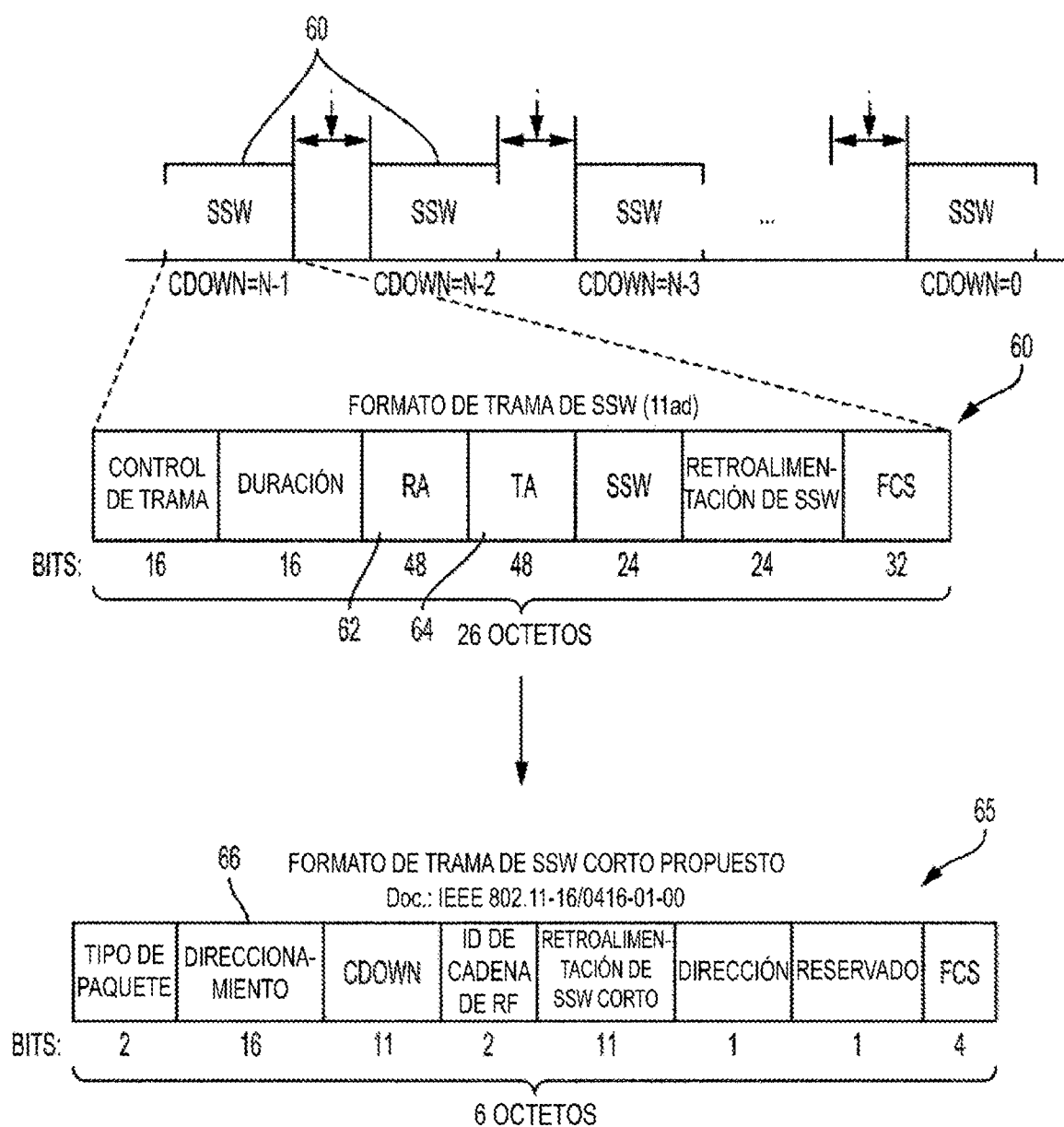


Figura 6
TÉCNICA ANTERIOR

○

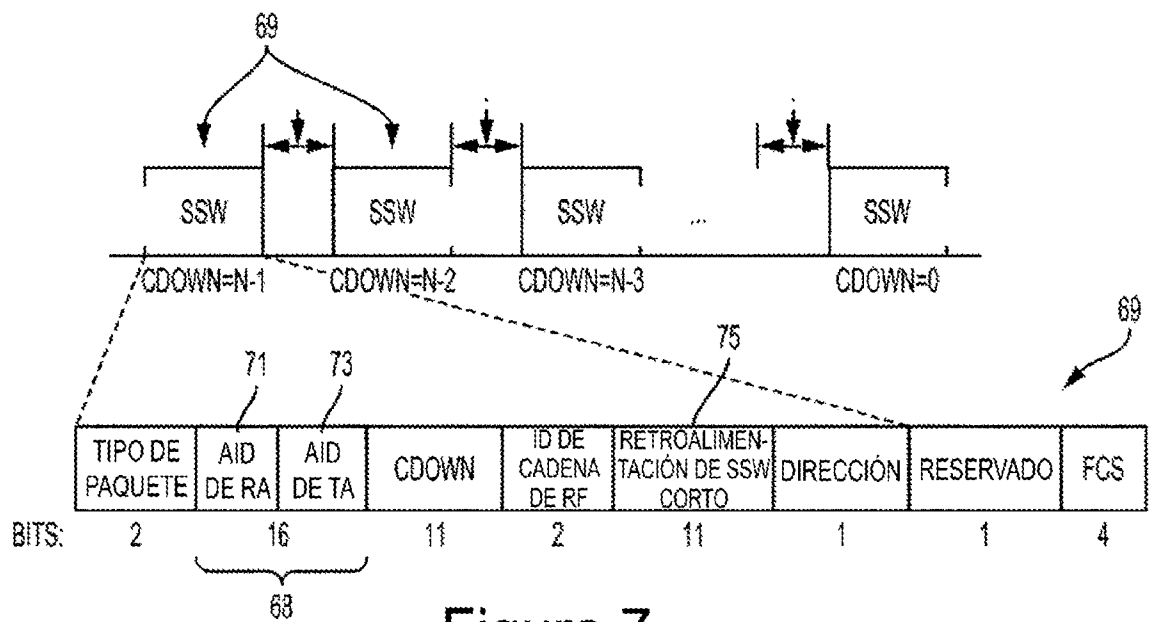


Figura 7

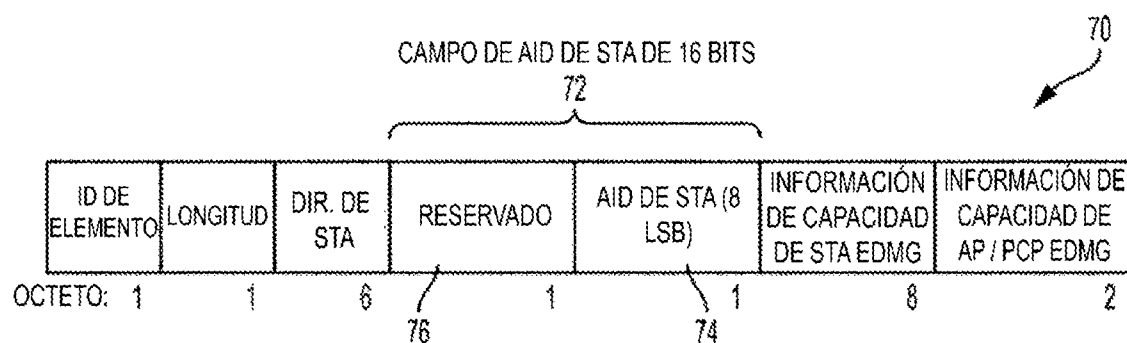


Figura 8A

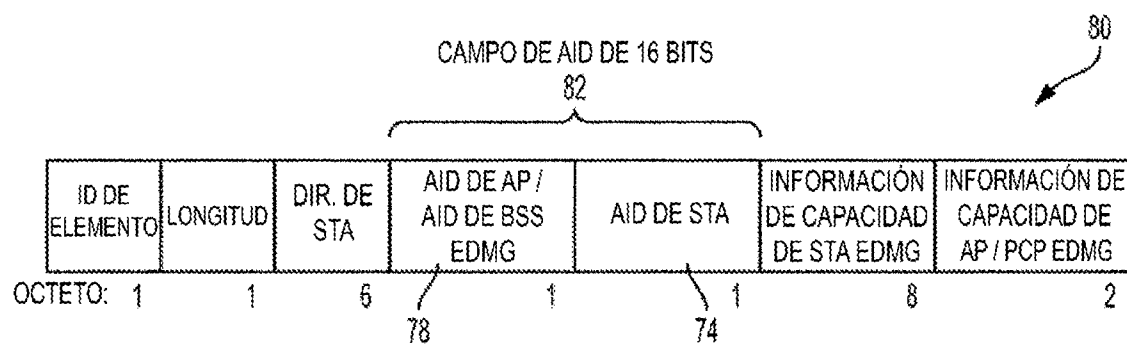


Figura 8B

COLUMNNA1	n=2	n=4	n=8	n=16	n=32	n=64	b
m=16	0.00%	0.01%	0.05%	0.20%	0.78%	3.13%	1
m=16	0.01%	0.04%	0.15%	0.59%	2.34%	9.38%	2
m=16	0.02%	0.06%	0.24%	0.98%	3.91%	15.63%	3
m=16	0.02%	0.09%	0.34%	1.37%	5.47%	21.88%	4
m=16	0.03%	0.11%	0.44%	1.76%	7.03%	28.13%	5
m=16	0.03%	0.13%	0.54%	2.15%	8.59%	34.38%	6
m=16	0.04%	0.16%	0.63%	2.54%	10.16%	40.63%	7
m=16	0.05%	0.18%	0.73%	2.93%	11.72%	46.88%	8
m=16	0.05%	0.21%	0.83%	3.32%	13.28%	53.13%	9
m=16	0.06%	0.23%	0.93%	3.71%	14.84%	59.38%	10

Figura 9A

COLUMNNA1	n=2	n=4	n=8	n=16	n=32	n=64	b
m=16	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1
m=16	0.01%	0.02%	0.10%	0.39%	1.56%	6.25%	2
m=16	0.01%	0.05%	0.20%	0.78%	3.13%	12.50%	3
m=16	0.02%	0.07%	0.29%	1.17%	4.69%	18.75%	4
m=16	0.02%	0.10%	0.39%	1.56%	6.25%	25.00%	5
m=16	0.03%	0.12%	0.49%	1.95%	7.81%	31.25%	6
m=16	0.04%	0.15%	0.59%	2.34%	9.38%	37.50%	7
m=16	0.04%	0.17%	0.68%	2.73%	10.94%	43.75%	8
m=16	0.05%	0.20%	0.78%	3.13%	12.50%	50.00%	9
m=16	0.05%	0.22%	0.88%	3.52%	14.06%	56.25%	10

Figura 9B

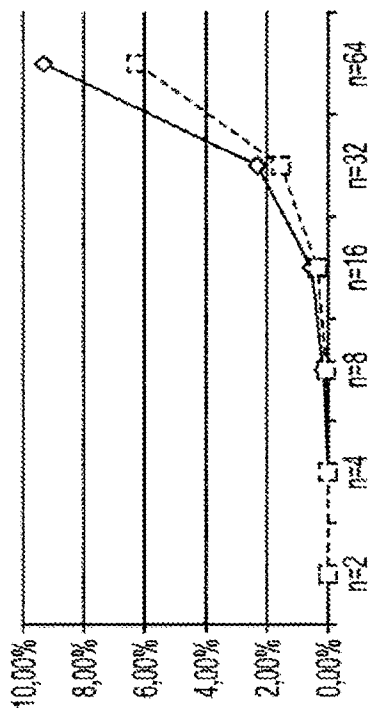


Figura 10B

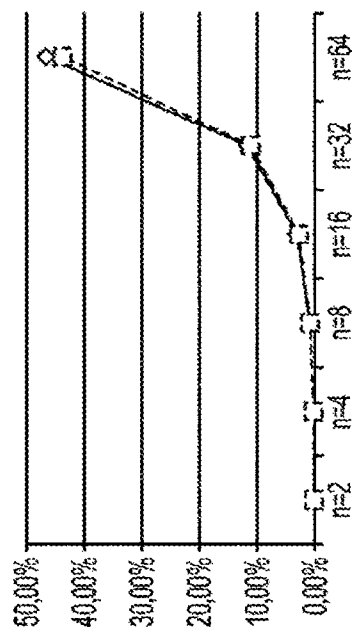


Figura 10D

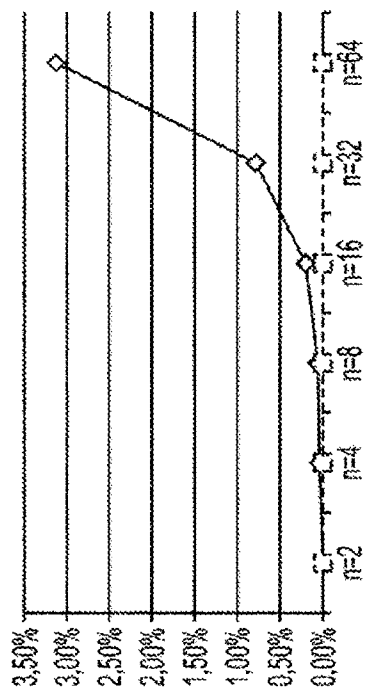


Figura 10A

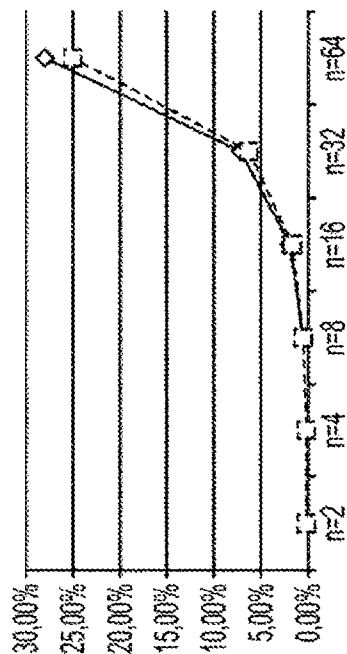


Figura 10C

LEYENDA
 ◇: PLAN DE DIRECCIÓN DISPERSADA
 □: PLAN DE DOBLE AID DE 16 BITS

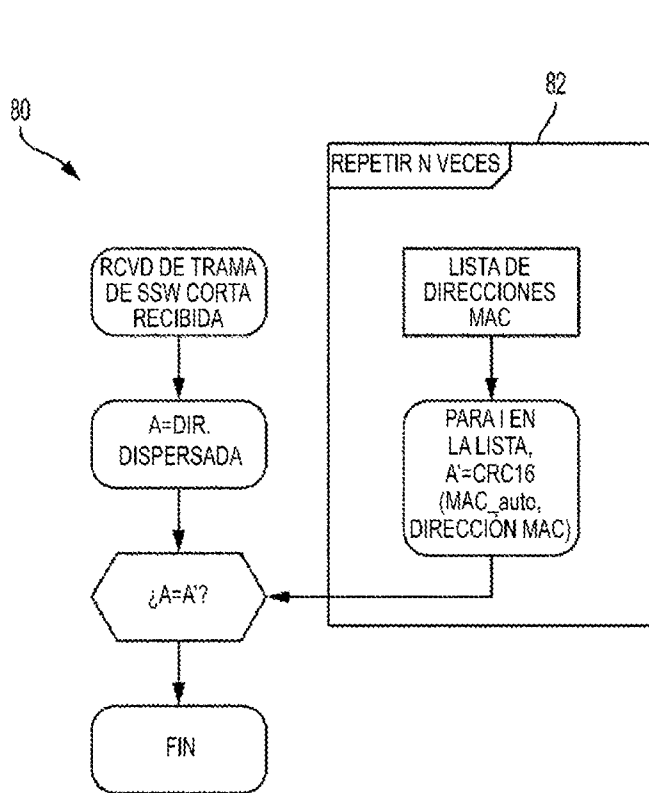


Figura 11A

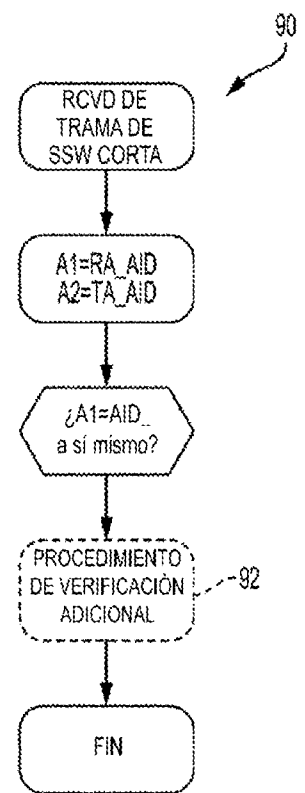


Figura 11B