

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 906**

51 Int. Cl.:

H04W 48/16 (2009.01)

H04W 88/08 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2013 PCT/US2013/065531**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14062975**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2013 E 13785736 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2910062**

54 Título: **Itinerancia sin discontinuidades distribuida en redes inalámbricas**

30 Prioridad:

19.10.2012 US 201261716431 P
08.02.2013 US 201313763537

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2019

73 Titular/es:

UBIQUITI NETWORKS, INC. (100.0%)
685 Third Ave., 27th Floor
New York, NY 10017, US

72 Inventor/es:

DAYANANDAN, SRIRAM;
YANG, BO-CHIEH;
LEE, YUAN-HSIANG;
LUOH, KEH-MING y
PERA, ROBERT J.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 718 906 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

Itinerancia sin discontinuidades distribuida en redes inalámbricas

5 Antecedentes

Campo

10 Esta divulgación se refiere en general a redes inalámbricas. Más específicamente, esta divulgación se refiere a un método y sistema para facilitar itinerancia sin discontinuidades en una red inalámbrica.

Técnica relacionada

15 En años recientes, el crecimiento extraordinario de dispositivos móviles, tal como teléfonos inteligentes y ordenadores de tableta, ha resultado en una gran demanda en redes inalámbricas. Particularmente, redes Wi-Fi, que se basan en la familia de normas IEEE-802.11, se están volviendo cada vez más extendidas. En una red Wi-Fi típica, una estación de usuario final puede moverse libremente dentro del alcance de un transceptor de radio del punto de acceso (AP) mientras mantiene una conectividad de datos de alta velocidad.

20 En una red a gran escala, tal como una red de una empresas o campus, la provisión de una red Wi-Fi de este tipo no es trivial. Un reto es cómo cubrir una gran área con múltiples AP, mientras se proporciona a un usuario con la experiencia de que cuando cambia su ubicación permanece dentro de la misma red Wi-Fi y su dispositivo continua comunicándose con el mismo AP. Típicamente, las estaciones de usuario final tienden a ser "rígidas." Es decir, una estación es improbable que cambie el AP físico con el que se comunica a no ser que sea absolutamente necesario, debido a la sobrecarga de traspaso (tal como interrupción a comunicación). También, los AP tienen más potencia de transmisión que las estaciones. Por lo tanto, una estación podría "escuchar" a un AP alto y claro, pero el AP podría no ser capaz de recibir señales fiables transmitidas por la estación.

30 En la actualidad, para facilitar una red Wi-Fi a gran escala que usa múltiples AP, se usa una estación de gestión y conmutación centralizada para coordinar todos los AP. Este enfoque centralizado es costoso, requiere una cantidad significativa de configuración y presenta un único punto de fallo en la red.

35 El documento US 2007/086424 divulga un método y aparato para la sincronización de un nodo dentro de un sistema de comunicación ad-hoc. Durante operación todos los nodos difunden periódicamente una baliza de sincronización para que otros nodos utilicen la misma para sincronización cuando un punto de acceso (nodo) de coordinación no está disponible. La baliza de sincronización de un nodo particular tendrá un número de "nivel" asociado que se incrementa a partir del número de nivel de la baliza usada para sincronizar el nodo particular. En la ausencia de un punto de acceso, un nodo que une el sistema de comunicación ad-hoc escuchará en busca de balizas de sincronización transmitidas por otros nodos. Si se escuchan las balizas de sincronización, el nodo se sincronizará con una baliza que tiene un nivel más bajo. El nodo a continuación difundirá su propia baliza que tiene su número de nivel aumentado a partir de la baliza con menor nivel escuchada.

Sumario

45 La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de las figuras

50 La Figura 1 ilustra una red Wi-Fi ilustrativa que facilita itinerancia de estación sin discontinuidades, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 presenta un diagrama de flujo que ilustra un proceso de descubrimiento y sincronización de clave ilustrativo para un AP nuevo que se une a una RC, de acuerdo con una realización de la presente invención.

55 La Figura 3 presenta un diagrama de temporización que ilustra el proceso de sincronización del contador de indicación de tiempo de un AP local con el contador de indicación de tiempo de un AP remoto, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 4 presenta un diagrama de flujo que ilustra un proceso ilustrativo de una estación uniéndose a un AP, de acuerdo con una realización de la presente invención.

60 La Figura 5 presenta un diagrama de flujo que ilustra un proceso ilustrativo de supervisión de una estación asociada e iniciación de itinerancia de estación, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Las Figuras 6A, 6B y 6C ilustran un proceso ilustrativo de realización de mantenimiento programado en un número de AP sin interrupción del servicio, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 7 ilustra un sistema de AP ilustrativo que facilita itinerancia sin discontinuidades en una red Wi-Fi, de acuerdo con una realización de la presente invención.

65

Descripción detallada

La siguiente descripción se presenta para habilitar que cualquier experto en la materia haga y use las realizaciones y se proporciona en el contexto de una aplicación particular y sus requisitos. Diversas modificaciones a las realizaciones divulgadas, como será fácilmente evidente para los expertos en la materia, y los principios generales definidos en este documento pueden aplicarse a otras realizaciones y aplicaciones sin alejarse del ámbito de la presente divulgación. Por lo tanto, la presente invención no se limita a las realizaciones mostradas, sino que se otorgará el alcance más amplio consistente con los principios y características divulgados en este documento.

La invención se establece en el conjunto adjunto de las reivindicaciones. Las realizaciones y/o ejemplos de la siguiente descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones adjuntas se consideran que no son parte de la presente invención. Realizaciones de la presente invención resuelven el problema de facilitar itinerancia sin discontinuidades en una red Wi-Fi usando AP que pueden unirse a una agrupación existente de AP de la misma red Wi-Fi con configuración automática, sin la necesidad de una estación de gestión centralizada. En particular, cuando un nuevo AP se une a una red Wi-Fi existente, el nuevo AP puede sincronizar automáticamente su reloj a los AP existentes, obtener toda la información de configuración y asociarse con y traspasar estaciones de itinerancia con transición sin discontinuidades sin la necesidad de usar una estación de gestión centralizada o controlador.

La Figura 1 ilustra una red Wi-Fi ilustrativa que facilita itinerancia de estación sin discontinuidades, de acuerdo con una realización de la presente invención. En este ejemplo, una red Wi-Fi 100 incluye un número de AP, 102, 104, 106, 108 y 110, que se acoplan a un conmutador de capa 2 (por ejemplo, Ethernet) 101 a través de enlaces por cable. Una estación de usuario 120 participa en la red Wi-Fi 100 comunicándose con uno de los AP. Obsérvese que el conmutador 101 es únicamente un conmutador de capa 2 y no se requiere configurar AP como si hace una estación de gestión centralizada convencional.

El reto en la provisión de una red Wi-Fi, como la red 100, es cómo hacer que todos los AP trabajen juntos, de modo que desde la perspectiva de un usuario, la estación 120 parece comunicarse con únicamente un AP físico a medida que la estación 120 se mueve alrededor de la red 100. Para conseguir este objetivo, algunas realizaciones de la presente invención emplean varios mecanismos de configuración automática para permitir que un AP se una a una red Wi-Fi existente.

En general, una red Wi-Fi como la red 100 tiene una dirección de control de acceso al medio (MAC) única (también conocida como identificación de conjunto de servicio básico (BSSID)). También, la red 100 tiene un nombre de red (también conocido como identificación de conjunto de servicio (SSID)). La red Wi-Fi 100 también tiene una frecuencia de radio de operación, que gobierna la frecuencia de transceptor de todas las radios de AP, y un perfil de seguridad, que controla la autenticación de estaciones y encriptación/desencriptación de tráfico de datos inalámbrico. Por lo tanto, una red Wi-Fi, o un conjunto de servicios básicos inalámbricos (WB), es identificable inequívocamente mediante:

$WB_i = (BSSID, SSID, frecuencia, perfil de seguridad)$.

Adicionalmente, dos o más AP que implementan el mismo WB pueden formar una agrupación de itinerancia (RC). En el ejemplo ilustrado en la Figura 1, la red 100 es una RC. Típicamente, una RC se configura con un conjunto de claves de encriptación único mediante el administrador de red. Además, cada AP tiene un contador de indicación de tiempo, o función de sincronización de temporización (TSF), que puede ser un contador de microsegundos de 32 o 64 bits mantenido por el conjunto de chips de radio.

Durante operación, cuando un nuevo AP se une a una RC existente, el AP realiza las siguientes operaciones: (1) descubrimiento y sincronización de clave; y (2) sincronización de indicación de tiempo. El proceso de descubrimiento y sincronización de clave es para que el nuevo AP adquiera conocimiento de la RC y alguna información básica necesaria para comunicación dentro de la RC. La sincronización de indicación de tiempo es necesaria para que todos los AP en la RC se comporten como un AP. En otras palabras, cuando una estación realiza itinerancia desde un AP a otro, los paquetes procedentes de los AP deberían tener indicaciones de tiempo consistentes. Los procesos de descubrimiento y sincronización de clave y sincronización de indicación de tiempo se describen en más detalles a continuación.

Cuando un nuevo AP se une a una RC existente tal como la red 100, el nuevo AP se conecta primero al conmutador de capa 2 101. El AP a continuación multidifunde en la red alámbrica a través de conmutador de capa 2 101 un mensaje de descubrimiento a todos los demás AP en la misma RC.

Si existen uno o más otros AP que pertenecen a la misma RC, responden al mensaje de descubrimiento con la siguiente información: (1) clave de encriptación de grupo o de difusión/multidifusión; y (2) mapa de bits de uso de ID de asociación (AID) de 802.11. La clave de encriptación de grupo se usa para cifrar el tráfico de difusión o multidifusión y es común a toda la RC. Si no existe ningún otro miembro de AP en la misma RC, el nuevo AP genera una clave de encriptación de grupo o de difusión/multidifusión única.

El mapa de bits de uso de AID indica la asociación actual de un miembro de AP con estaciones de usuario. Un AID es un identificador único que identifica una estación de usuario asociada con un AP particular. En general, el valor de AID es localmente único para un AP particular. En realizaciones de la presente invención, ya que una RC contiene múltiples AP que se comportan como un único AP, los AID asignados a las estaciones de usuario necesitan ser únicos para toda la agrupación. En una realización, todos los miembros de AP mantienen un mapa de bits de AID. Un respectivo bit en este mapa de bits de AID (por ejemplo, un valor de "1") indica si el valor de AID que corresponde a ese bit se usa por una estación. Por lo tanto, cuando el nuevo AP se une a una RC, el mapa de bits de AID recibido indica qué valores de AID están aún disponibles.

El proceso de configuración automática anteriormente mencionado permite que un AP se una a una red existente y una estación de usuario para realizar itinerancia sin discontinuidades dentro de la red inalámbrica sin usar una estación de gestión o controlador centralizado.

La Figura 2 presenta un diagrama de flujo que ilustra un proceso de descubrimiento y sincronización de clave ilustrativo para un AP nuevo que se une a una RC, de acuerdo con una realización de la presente invención. Durante operación, el nuevo AP primero difunde un mensaje de descubrimiento en la red alámbrica (operación 202). A continuación, el nuevo AP determina si ha recibido respuesta desde otro u otros AP en la misma RC (operación 204). Si no se ha recibido ninguna respuesta, el nuevo AP genera la clave de encriptación de grupo o de difusión/multidifusión (operación 208). Si al menos se recibe una respuesta, el nuevo AP obtiene la clave de encriptación de grupo o de difusión/multidifusión y el mapa de bits de AID para la RC (operación 206).

Como se ha mencionado anteriormente, otra tarea que puede realizar el nuevo AP es sincronizar su TSF con otros miembros de AP. En una realización, el nuevo AP explora su radio para paquetes de baliza transmitidos inalámbricamente desde los miembros de AP descubiertos que pertenecen a la misma RC. En general, un paquete de baliza incluye el valor de TSF (tiempo de transmisión) y un TSF-JERARQUÍA-ID del AP de transmisión. El TSF-JERARQUÍA-ID indica la jerarquía en la que un AP deriva su TSF. Por ejemplo, el primer AP para una RC tiene un TSF-JERARQUÍA-ID de 0. Otros AP que derivan sus valores TSF a partir del primer AP tienen un TSF-JERARQUÍA-ID de 1, y así sucesivamente. Por lo tanto, para un AP, cuanto menor sea el valor TSF-JERARQUÍA-ID, mayor precisión de temporización tendrá.

Después de recibir paquete de baliza desde otros AP, el nuevo AP selecciona el AP cuyo paquete de baliza contiene el menor valor de TSF-JERARQUÍA-ID, y sincroniza el TSF local con el AP seleccionado. Además, el nuevo AP establece su propio TSF-JERARQUÍA-ID para ser el menor TSF-JERARQUÍA-ID + 1.

La Figura 3 presenta un diagrama de temporización que ilustra el proceso de sincronización del contador de indicación de tiempo de un AP local con el contador de indicación de tiempo de un AP remoto, de acuerdo con una realización de la presente invención. Durante operación, el AP local primero recibe un paquete de baliza de temporización 302 desde un AP remoto, en el que el paquete de baliza 302 contiene el valor de TSF del AP remoto cuando se transmitió el paquete de baliza 302 (denominado como tiempo "RTSF"). Cuando el AP local recibe el paquete de baliza 302, el valor de su TSF se indica como "LTSF," que se contiene en un descriptor de recepción que acompaña al paquete de baliza recibido.

A continuación, el AP local envía al AP remoto un paquete de "PETICIÓN DE ECO" 304 a través de la radio al AP remoto. El tiempo local de transmisión del paquete de petición de eco 304 se indica como "ERQTTSF" (que significa "TSF de transmisión de petición de eco"). Cuando el paquete de petición de eco 304 alcanza al AP remoto, el valor de TSF del AP remoto se indica como "ERQRTSF" (que significa "TSF de recepción de petición de eco").

Posteriormente, en el tiempo ERSTTSF (que significa "TSF de transmisión de respuesta de eco"), el AP remoto transmite un primer paquete de "RESPUESTA DE ECO" 306, que se recibe a su vez por el AP local en el tiempo ERSRTSF (que significa "TSF de recepción de respuesta de eco"). Poco después, el AP remoto envía un segundo paquete de respuesta de eco 308, que contiene el valor de ERSTTSF. De esta forma, el AP local tiene toda la información que necesita para calcular un retardo de tiempo de vuelo (TOF) unidireccional entre el AP local y el AP remoto. Este TOF se calcula como:

$$\text{TOF} = ((\text{ERQRTSF} - \text{ERQTTSF}) + (\text{ERSRTSF} - \text{ERSTTSF})) / 2.$$

Es decir, el tiempo de ida y vuelta (RTT, que es el doble de TOF) entre el AP local y AP remoto puede calcularse como $\Delta 1 - \Delta 2$, como se ilustra en la Figura 3. Obsérvese que $\Delta 1 = (\text{ERSRTSF} - \text{ERQTTSF})$; y $\Delta 2 = (\text{ERSTTSF} - \text{ERQRTSF})$. Por lo tanto, $\text{RTT} = (\text{ERSRTSF} - \text{ERQTTSF}) - (\text{ERSTTSF} - \text{ERQRTSF}) = 2 \times \text{TOF}$.

Posteriormente, el AP local sincroniza su TSF local como se indica a continuación:

$$\text{TDF} = \text{RTSF} + (\text{LNTSF} - \text{LTSF}) + \text{TOF};$$

en la que LNTSF es la lectura de TSF actual en el AP local.

Después de que el nuevo AP se une satisfactoriamente a la RC, una estación puede asociarse ahora con el recientemente unido AP. La Figura 4 presenta un diagrama de flujo que ilustra un proceso ilustrativo de una estación uniéndose a un AP, de acuerdo con una realización de la presente invención. Durante operación, un AP primero recibe un paquete de AUTENTICACIÓN desde una estación (operación 402). El AP mantiene una lista de "ASOCIACIÓN-ARBITRAJE", que mantiene temporalmente las direcciones MAC de estaciones que están en el proceso de asociación con el AP. El AP a continuación determina si la estación desde la que se recibe el paquete de autenticación está en la lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE (operación 404). Si la estación no está en la lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE, que significa que esta es la primera vez que la estación intenta asociarse con el AP, el AP añade la estación a la lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE con una indicación de tiempo, y envía un paquete de multidifusión en la red alámbrica con la dirección MAC de la estación y un valor de indicador de intensidad de señal relativa (RSSI) basándose en el paquete de autenticación recibido (operación 406). Esta operación permite que todos los AP en la RC anoten el RSSI con respecto a los otros AP. A continuación, el AP espera a que la estación envíe otro paquete de autenticación (operación 402).

Si la dirección MAC de la estación ya existe en la lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE, el AP determina si la indicación de tiempo asociada con la entrada de la estación en la tabla de ARBITRAJE DE ASOCIACIÓN es menor que TIEMPO DE EXPIRACIÓN antiguo (operación 408). Si es así, el AP no hace nada y espera por el siguiente paquete de autenticación desde la misma estación (operación 402). Este periodo de espera proporciona a todos los AP que pueden "oír" a la estación suficiente tiempo para intercambiar su respectiva información de RSSI.

Si la indicación de tiempo es mayor que el TIEMPO DE EXPIRACIÓN antiguo, el AP adicionalmente determina si él mismo tiene el mayor RSSI para la estación (operación 410). Esta etapa permite que todos los AP que pueden "oír" la estación elijan entre ellos mismos el AP que puede "oír" mejor a la estación. Si el AP local no es el que tiene el mayor RSSI, borra la dirección MAC de la estación de su lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE (operación 411). Si el AP local tiene el mayor RSSI, primero borra la dirección MAC de la estación de la lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE (operación 412). Obsérvese que todos los demás AP que han recibido el paquete de autenticación de la estación también borran la estación de su respectiva lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE. Adicionalmente, todos los AP purgan las entradas no usadas de la lista de ASOCIACIÓN-ARBITRAJE en el caso de que no se reciba ningún paquete de AUTENTICACIÓN adicional.

A continuación, el AP local responde a la estación con un paquete de respuesta de AUTENTICACIÓN (operación 414). El AP local adicionalmente recibe un paquete de ASOCIACIÓN desde la estación (operación 415). Posteriormente, el AP realiza un conjunto de procedimientos de seguridad con la estación (operación 416). Tales procedimientos pueden incluir 802.11i, WPA u operaciones de seguridad WPA2. Finalmente, el AP envía un mensaje de "NOTIFICACIÓN DE ASOCIACIÓN" de multidifusión en la red alámbrica a todos los AP en la RC (operación 418). Este mensaje de NOTIFICACIÓN DE ASOCIACIÓN contiene la dirección MAC de la estación y su recientemente asignado AID. En respuesta, todos los AP pueden actualizar su mapa de bits de AID para reflejar el nuevo AID asignado a la estación.

Cuando una estación se disocia de un AP, el AP puede enviar un mensaje de "NOTIFICACIÓN DE DISOCIACIÓN" de multidifusión a todos los demás AP. En respuesta, todos los AP actualizan sus mapas de bits de AID para liberar el AID anteriormente asignado a la estación disociada.

Una utilidad de algunas realizaciones de la presente invención es que una estación puede realizar itinerancia libremente y sin discontinuidades dentro de la red Wi-Fi, en la que los AP pueden manejar traspaso de estación automáticamente. Para facilitar tal itinerancia sin discontinuidades, un AP asociado en la actualidad con una estación supervisa regularmente el RSSI para esa estación, y cuando el RSSI cae por debajo de un cierto umbral, el AP selecciona de entre otros AP uno que tiene el mejor RSSI, y traspasa la estación. En una realización, un AP usa tres parámetros para controlar traspaso: intervalo de comprobación de RSSI (RCI), umbral de comprobación de RSSI (RCT) y umbral de conmutación de comprobación de RSSI (RCST). Durante operación, un AP comprueba regularmente el RSSI para una estación en cada RCI. Si el RSSI cae por debajo de RCT, el AP consulta a todos los demás AP su RSSI correspondiente a la misma estación (incluso si los otros AP no están asociados con la estación). Si la diferencia entre el RSSI del AP actual y el RSSI de otro AP es mayor que RCST, el AP actual traspasa la estación al otro AP.

Obsérvese que, ya que todos los AP en la RC usan la misma frecuencia, cualquier AP puede observar la intensidad de señal para estaciones asociadas con otro miembro de AP que está en su vecindad. En una realización, cuando un AP recibe un paquete de datos desde una estación que no está en su lista de estaciones asociadas, el AP hace una entrada para la estación su lista de "OTRAS-AP-ESTACIONES", junto con el RSSI del paquete recibido. Si una entrada de este tipo ya existe, el AP promediará el valor de RSSI durante múltiples periodos de RCI. Adicionalmente, un AP pondrá como antiguas entradas en la lista de "OTRAS-AP-ESTACIONES" si el AP para de recibir paquetes desde tales estaciones.

La Figura 5 presenta un diagrama de flujo que ilustra un proceso ilustrativo de supervisión de una estación asociada e iniciación de itinerancia de estación, de acuerdo con una realización de la presente invención. Durante operación, un AP consulta el valor de RSSI de todas las estaciones asociadas en cada periodo de RCI (operación 502). En una

realización, si el último paquete recibido desde una estación se recibió hace más de 4 periodos de RCI, el valor de RSSI para esa estación se establece a 0.

Posteriormente, el AP determina si el RSSI de una estación asociada es menor que RCT (operación 504). Si no es así, el AP continúa supervisando el RSSI para todas las estaciones asociadas (operación 502). Si el RSSI de una estación cae por debajo de RCT, el AP envía un mensaje de consulta de multidifusión a todos los AP con la dirección MAC de la estación (operación 506). Tras la recepción del mensaje de consulta, todos los AP consultan su respectiva lista de "OTRAS-AP-ESTACIONES" y responden de vuelta con un mensaje de "STA-CONSULTA-RESPUESTA" indicando el RSSI promedio para esa estación. En respuesta el AP recibe valores de RSSI desde los otros AP (operación 508). El AP a continuación determina si la diferencia entre el mejor valor de RSSI recibido desde otro AP y su propio RSSI es mayor que RCST (operación 510). Si no es así, el AP continúa supervisando el RSSI para todas las estaciones asociadas (operación 502).

Si la diferencia de RSSI es mayor que RCST, el AP traspasa la estación al nuevo AP (operación 512). En una realización, el AP actual envía un mensaje de "PETICIÓN DE TRASPASO" al AP objetivo. En respuesta, el AP objetivo envía un mensaje de "PETICIÓN DE CONMUTACIÓN" de vuelta al AP actual, que a su vez responde con un mensaje de "RESPUESTA DE CONMUTACIÓN" que contiene:

- (1) el AID de la estación;
- (2) elementos de información de asociación de 802.11, tal como intervalo de escucha, capacidad; WPA/RSN, capacidades de HT, etc.;
- (3) información de estación de 802.11i/WPA2/WPA, por ejemplo, PTK, PMK, etc.; y
- (4) bloque-ACK de 802.11 y estados de agregación para diversos TID.

Tras la recepción de toda la información de la estación, el AP objetivo añade la estación a su lista de estaciones asociadas. Además, el AP objetivo realiza una conmutación de itinerancia. Es decir, el AP objetivo envía un paquete ficticio al conmutador de capa 2 a través de la red alámbrica con la dirección MAC de la estación como la dirección de MAC de origen del paquete. De esta forma, el conmutador de capa 2 puede actualizar su tabla de reenvío de MAC en consecuencia y reenviar paquetes futuros destinados para la estación al AP objetivo.

Posteriormente, el AP actual se deshace de cualquier paquete restante en sus memorias intermedias antes de eliminar la estación de su lista de estaciones asociadas.

Obsérvese que el proceso de itinerancia puede usarse para mejoras de software sin interrupción. Normalmente, el proceso de realización de mejoras de firmware es disruptivo para los usuarios. Cuando se usa el proceso de itinerancia descrito anteriormente, un AP puede primero traspasar todas sus estaciones asociadas al mejor AP alternativo antes de mejorarse a sí mismo. Después de la mejora, el siguiente AP puede realizar la mejora de manera similar. Por lo tanto, puede mejorarse la red completa sin ninguna interrupción de red.

Adicionalmente, realizaciones de la presente invención facilitan exploraciones de espectro sin interrupción. Normalmente, AP realizan exploraciones de espectro en el inicio. Ya que el entorno de RF es dinámico, las exploraciones de espectro necesitan realizarse en intervalos regulares para usar la mejor frecuencia disponible. Usando el proceso de itinerancia descrito anteriormente, un AP puede primero traspasar todas sus estaciones asociadas a los mejores AP alternativos antes de realizar una exploración de espectro. Además, los AP pueden repetir este proceso de exploración a través de toda la red para decidir la mejor frecuencia basándose en la entrada desde todos los AP.

Las Figuras 6A, 6B y 6C ilustran un proceso ilustrativo de realización de mantenimiento programado en un número de AP sin interrupción del servicio, de acuerdo con una realización de la presente invención. Inicialmente, como se ilustra en la Figura 6A, se despliegan los AP 602, 604, 606 y 608. El AP 602 se asocia con estaciones de usuario 612, 614 y 616; y el AP 604 se asocia con las estaciones de usuario 612 y 614. Cuando el sistema necesita realizar mantenimiento programado (tal como mejora de firmware o exploración de espectro), el sistema primero selecciona un AP con el que empezar.

Como se ilustra en la Figura 6B, el primer AP en someterse a mantenimiento es el AP 602. Correspondientemente, el AP 602 se disocia a sí mismo de las estaciones de usuario 612, 614 y 616, y traspasa las mismas a los otros AP. Específicamente, las estaciones de usuario 612 y 614 se traspasan al AP 606, y la estación de usuario 616 se traspasa al AP 604. (La nueva asociación se indica mediante líneas discontinuas.) Después de que el AP 602 se disocia a sí mismo de todas las estaciones de usuario, el AP 602 puede realizar ahora el mantenimiento.

Posteriormente, cuando la operación de mantenimiento en el AP 602 está completa, como se muestra en la Figura 6D, las estaciones de usuario 612, 614 y 616 se traspasan de vuelta al AP 602. Además, el siguiente AP, que en este ejemplo es 604, repite el mismo procedimiento. Es decir, el AP 604 traspasa sus estaciones asociadas de usuario 612 y 614 al AP 606 y el AP 608, respectivamente. Después del traspaso, AP realiza el procedimiento de mantenimiento.

Como alternativa, después de que el mantenimiento en el AP 602 está completo, las estaciones de usuario 612, 614 y 616 pueden permanecer asociadas con sus AP actuales en ese momento (es decir, las estaciones de usuario 612 y 614 permanecen asociadas con el AP 606).

5 El proceso de mantenimiento programado anteriormente mencionado puede repetirse para cada AP desplegado, hasta que todos los AP en la red han pasado por el mismo proceso de mantenimiento.

Sistema de AP ilustrativo

10 La Figura 7 ilustra un sistema de AP ilustrativo que facilita la itinerancia sin discontinuidades en una red Wi-Fi, de acuerdo con una realización de la presente invención. En este ejemplo, un sistema de AP 700 incluye un procesador 702, una memoria 704 y un módulo de comunicación 706, que puede incluir un transceptor de radio y una antena (no mostrados).

15 También se incluyen en el sistema de AP un módulo de sincronización 708, un módulo de asociación de estación 710 y un módulo de traspaso de estación 712. Durante operación, el módulo de sincronización 708 realiza sincronización de tiempo con otros AP, como se describe en conjunción con la Figura 3. El módulo de asociación de estación 710 realiza el proceso de asociación de estación descrito en conjunción con la Figura 4. El módulo de traspaso de estación 712 facilita la itinerancia de estación, como se describe en conjunción con la Figura 5.

20 Los métodos y procesos descritos en la sección de descripción detallada pueden incorporarse como código y/o datos, que pueden almacenarse en un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador como se describe anteriormente. Cuando un sistema informático lee y ejecuta el código y/o datos almacenados en el dispositivo de almacenamiento legible por ordenador, el sistema informático realiza los métodos y procesos incorporados como estructuras de datos y código y almacenados dentro del medio de almacenamiento legible por ordenador.

25 Adicionalmente, métodos y procesos descritos en este documento pueden incluirse en módulos de hardware o aparatos. Estos módulos o aparato pueden incluir, pero sin limitación, un chip de circuito integrado específico de aplicación (ASIC), un campo de matriz de puertas programables (FPGA), un procesador especializado o compartido que ejecuta un módulo de software particular o una pieza de código en un momento particular, y/u otros dispositivos programables-lógicos ahora conocidos o desarrollados más adelante. Cuando los módulos de hardware o aparato se activan, realizan los métodos y procesos incluidos dentro de los mismos.

35 Las descripciones anteriores de diversas realizaciones se han presentado únicamente para propósitos de ilustración y descripción. No pretenden ser exhaustivas o limitar la presente invención a las formas divulgadas. Por consiguiente, muchas modificaciones y variaciones serán evidentes a expertos en la materia. Adicionalmente, la divulgación anterior no pretende limitar la presente invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para configurar un punto de acceso inalámbrico (102) en una red inalámbrica Wi-Fi (100), comprendiendo el método dicho punto de acceso la realización de las etapas de:
- descubrimiento (202) de uno o más puntos de acceso existentes asociados con la red inalámbrica, en el que el descubrimiento del uno o más puntos de acceso existentes comprende transmitir un mensaje de descubrimiento de difusión en una red alámbrica;
- 10 recepción (204) de un conjunto de información de configuración desde uno de los puntos de acceso existentes en respuesta al mensaje de descubrimiento de difusión; y
- sincronización de un contador de indicación de tiempo con un paquete de baliza (302) transmitido inalámbricamente desde uno seleccionado de los puntos de acceso existentes.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que el conjunto de información de configuración comprende una clave de encriptación de grupo o de difusión/multidifusión.
3. El método de la reivindicación 1, en el que el conjunto de información de configuración comprende una indicación de uso de ID de asociación, AID, que indica uno o más AID en uso en la actualidad por el uno o más puntos de acceso existentes.
- 20 4. El método de la reivindicación 3, en el que la indicación de uso de AID es un mapa de bits de uso de AID; y en el que un respectivo bit del mapa de bits de uso de AID corresponde a un AID e indica si se usa el AID por cualquier punto de acceso en la red inalámbrica.
- 25 5. El método de la reivindicación 1, en el que la sincronización del contador de indicación de tiempo con el seleccionado de los puntos de acceso existentes comprende seleccionar uno de los puntos de acceso existentes basándose en jerarquía de indicación de tiempo asociada con el uno o más puntos de acceso existentes.
- 30 6. El método de la reivindicación 1, en el que el mensaje de descubrimiento de difusión se transmite a través de un conmutador de capa 2 (101).
7. Un punto de acceso inalámbrico (700) para uso en una red inalámbrica Wi-Fi, que comprende un procesador (702) y una memoria (704) acoplada al procesador y almacena instrucciones que cuando se ejecutan por el procesador provocan que el procesador realice un método para configurar el punto de acceso, comprendiendo el
- 35 método dicho punto de acceso la realización de las etapas de:
- descubrimiento de uno o más puntos de acceso existentes asociados con la red inalámbrica, en el que el descubrimiento del uno o más puntos de acceso existentes comprende transmitir un mensaje de descubrimiento de difusión en una red alámbrica;
- 40 recepción de un conjunto de información de configuración desde uno de los puntos de acceso existentes en respuesta al mensaje de descubrimiento de difusión; y
- sincronización de un contador de indicación de tiempo con un paquete de baliza transmitido inalámbricamente desde uno seleccionado de los puntos de acceso existentes.
- 45 8. El punto de acceso inalámbrico de la reivindicación 7, en el que el conjunto de información de configuración comprende una clave de encriptación de grupo o de difusión/multidifusión.
9. El punto de acceso inalámbrico de la reivindicación 7, en el que el conjunto de información de configuración comprende una indicación de uso de ID de asociación, AID, que indica uno o más AID en uso en la actualidad por el
- 50 uno o más puntos de acceso existentes.
10. El punto de acceso inalámbrico de la reivindicación 9, en el que la indicación de uso de AID es un mapa de bits de uso de AID; y
- 55 en el que un respectivo bit del mapa de bits de uso de AID corresponde a un AID e indica si se usa el AID por cualquier punto de acceso en la red inalámbrica.
11. El punto de acceso inalámbrico de la reivindicación 7, en el que la sincronización del contador de indicación de tiempo con el seleccionado de los puntos de acceso existentes comprende seleccionar uno de los puntos de acceso existentes basándose en jerarquía de indicación de tiempo asociada con el uno o más puntos de acceso existentes.
- 60 12. El punto de acceso inalámbrico de la reivindicación 7, en el que el mensaje de descubrimiento de difusión se transmite a través de un conmutador de capa 2.

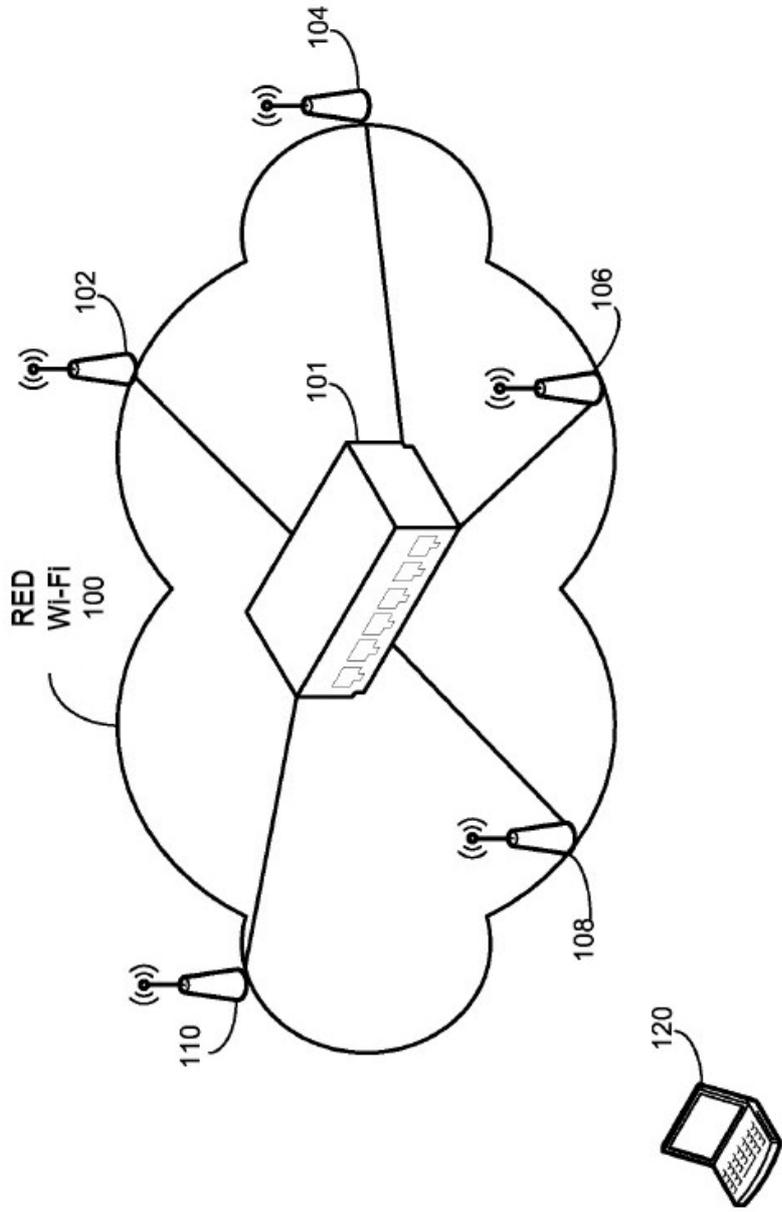


FIG. 1

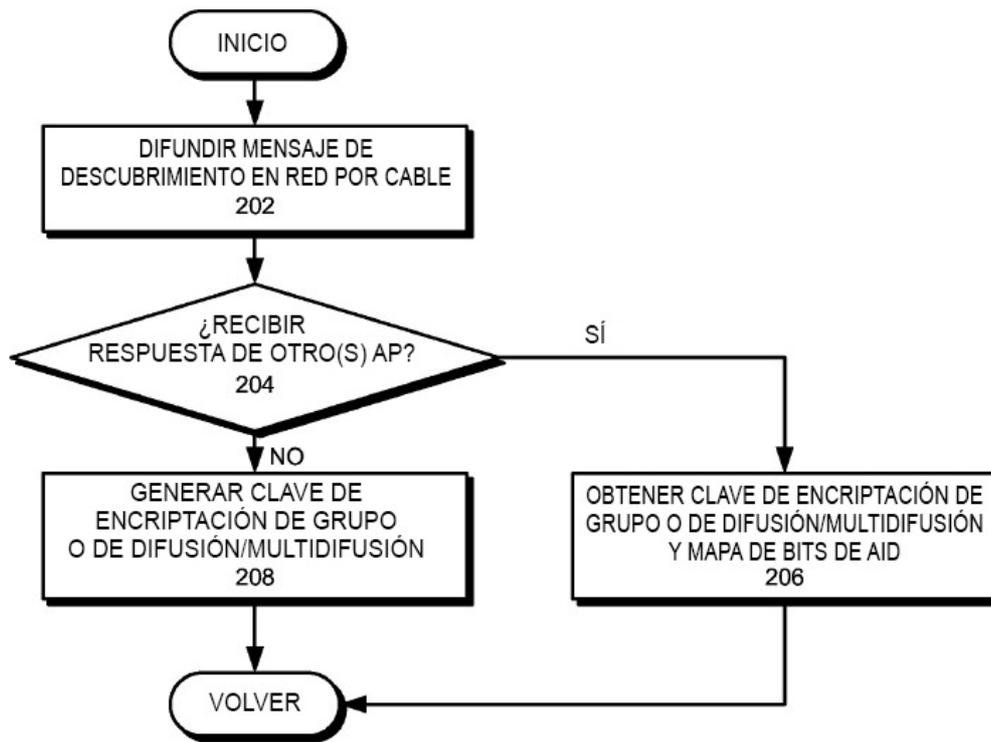


FIG. 2

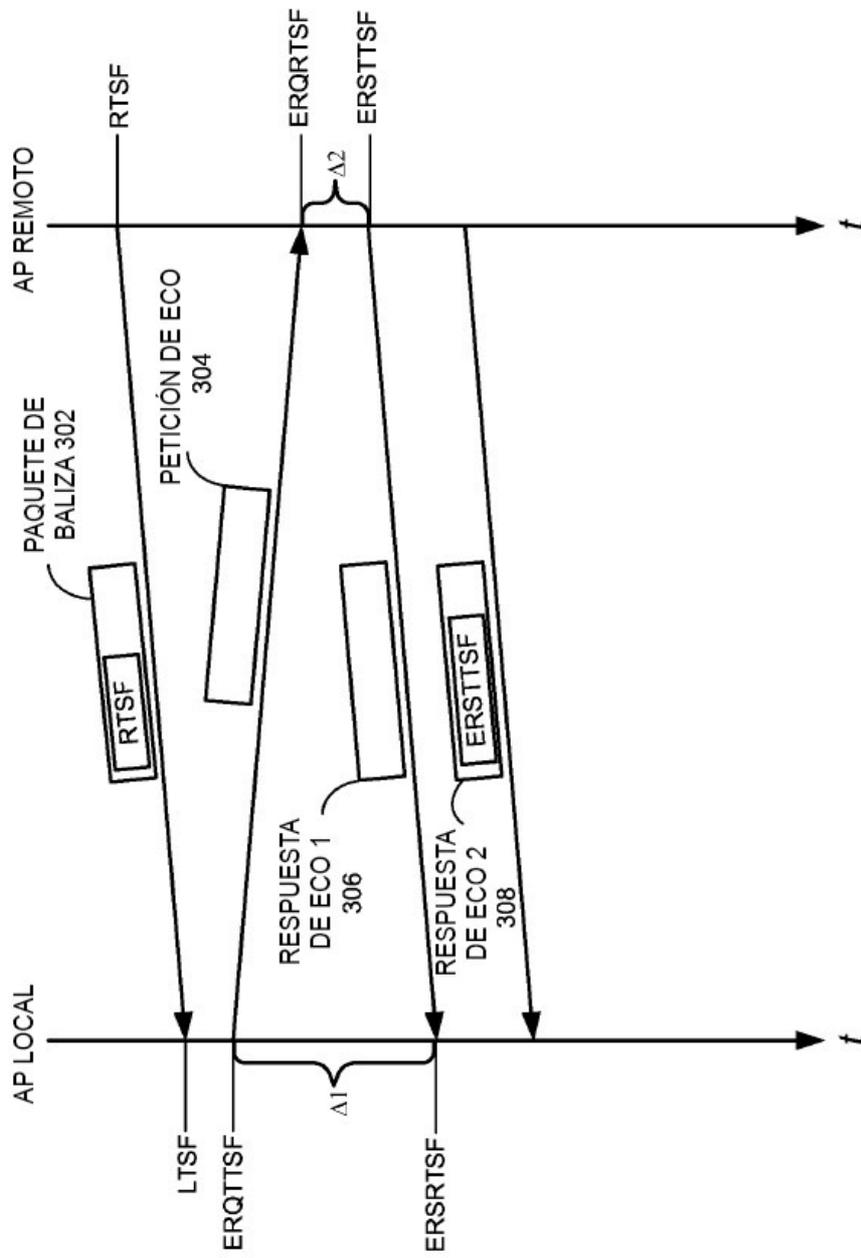


FIG. 3

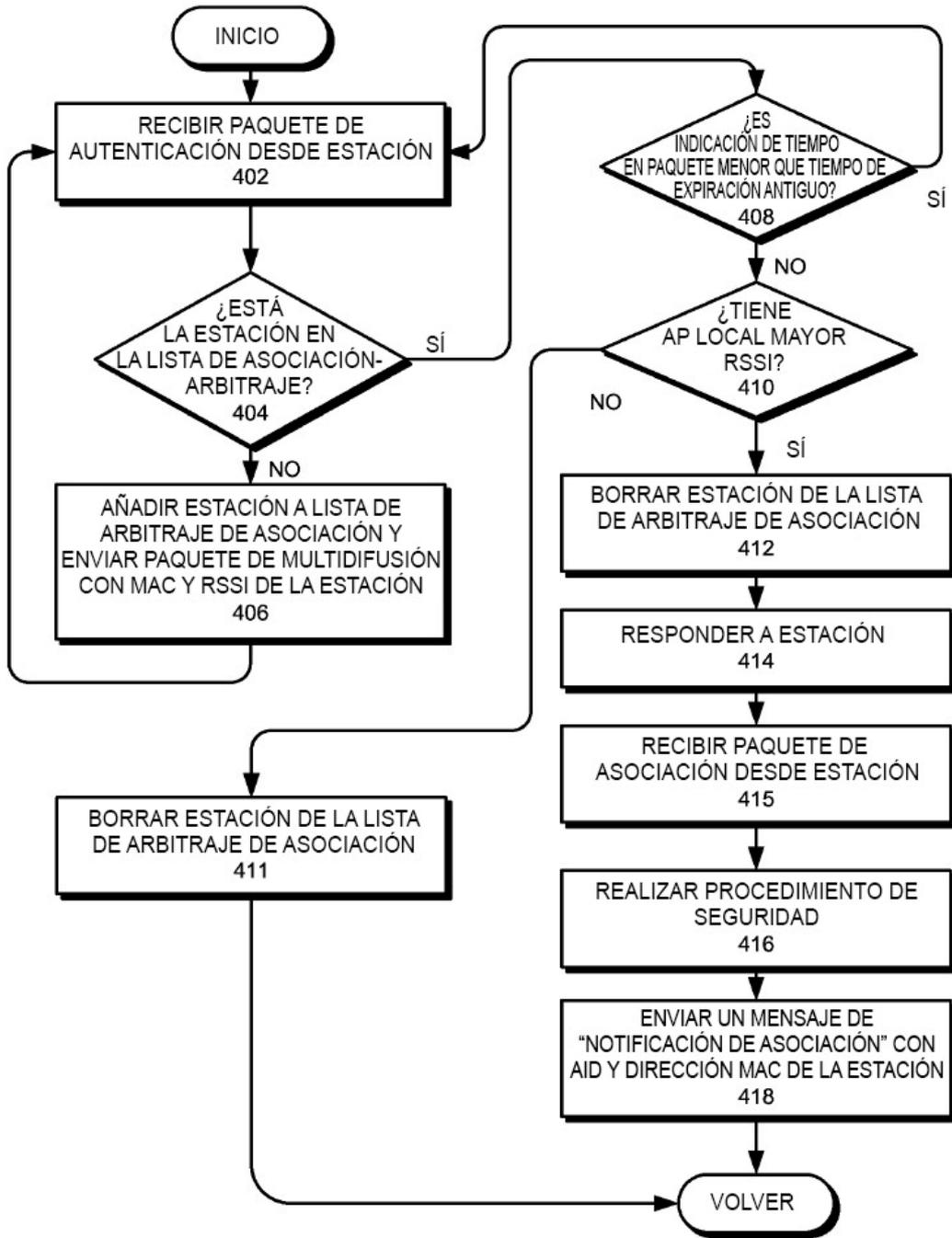


FIG. 4

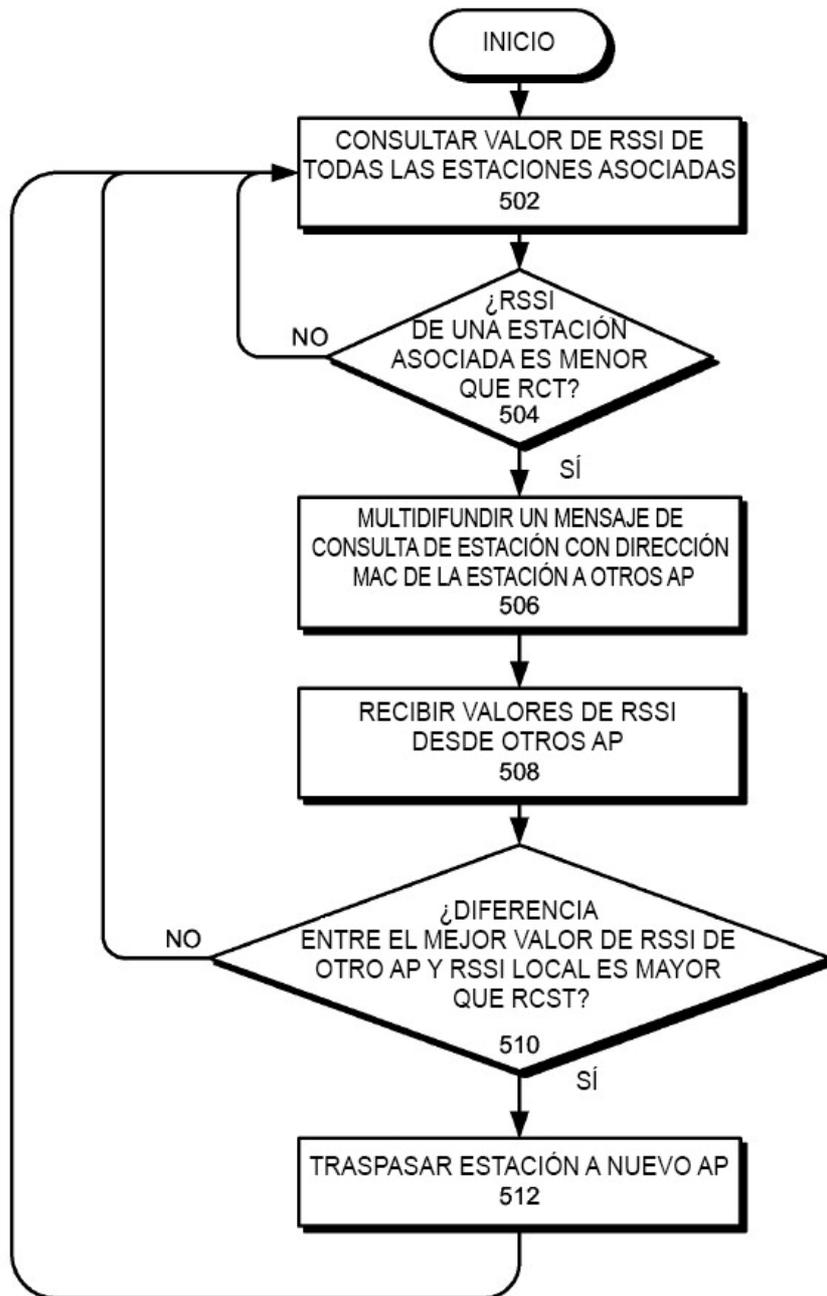


FIG. 5

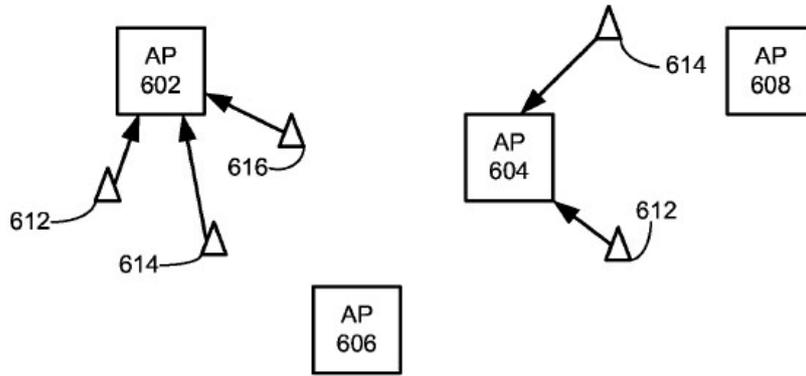


FIG. 6A

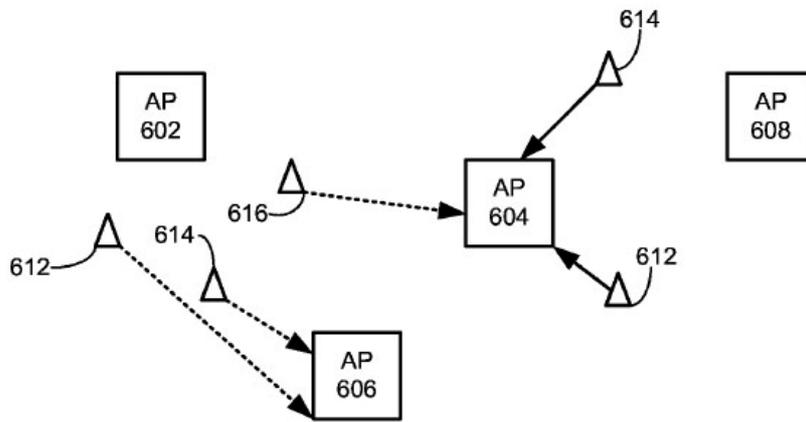


FIG. 6B

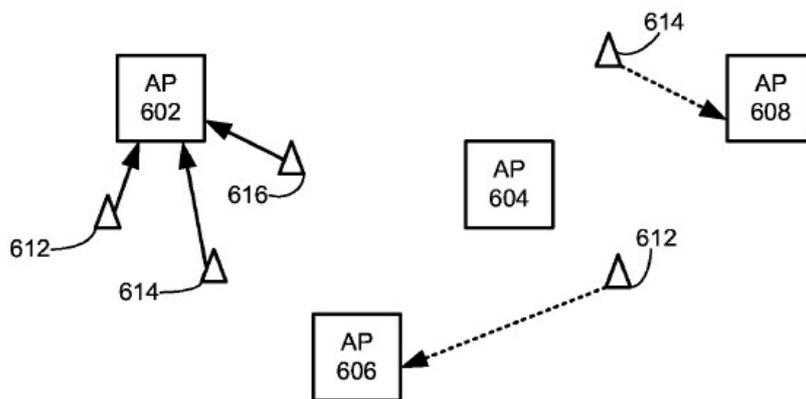


FIG. 6C

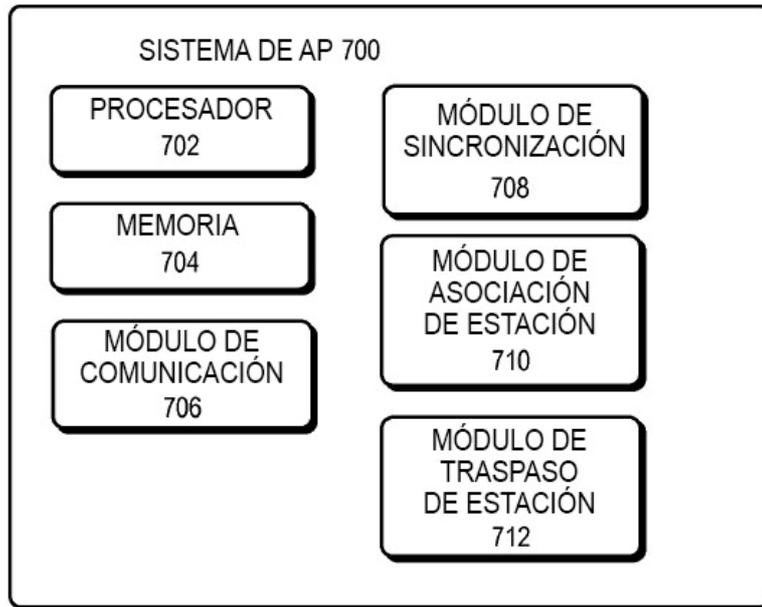


FIG. 7