

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 458 296**

51 Int. Cl.:

**H04W 36/00**

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2005 E 05724477 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 1721477**

54 Título: **Procedimientos y sistemas para reducir la latencia de handover o traspaso de capa MAC en redes inalámbricas**

30 Prioridad:

**03.03.2004 US 549782 P**

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

**30.04.2014**

73 Titular/es:

**THE TRUSTEES OF COLUMBIA UNIVERSITY IN  
THE CITY OF NEW YORK (100.0%)  
110 LOW MEMORIAL LIBRARY, 535 WEST 116TH  
STREET  
NEW YORK, NY 10027, US**

72 Inventor/es:

**GIUSEPPE, FORTE ANDREA;  
SCHULZRINNE, HENNING G.;  
SHIN, SANGHO y  
SINGH, RAWAT ANSHUMAN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 458 296 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimientos y sistemas para reducir la latencia de handover o traspaso de capa MAC en redes inalámbricas.

**Referencia cruzada con solicitudes relacionadas**

5 Esta solicitud reivindica el beneficio, conforme al artículo 35 U.S.C. 119 (e), de la solicitud de patente provisional estadounidense núm. 60/549.782, presentada el 3 de marzo de 2004.

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a redes inalámbricas. Más en particular, la presente invención se refiere a reducir la latencia de handover o traspaso en una red inalámbrica.

**Antecedentes de la invención**

10 Con la aparición de las redes de área local (LAN) inalámbricas y los dispositivos móviles, tales como asistentes digitales personales, teléfonos celulares y ordenadores portátiles, los usuarios pueden acceder a Internet, correos electrónicos, archivos y aplicaciones desde casi cualquier sitio. Las LAN inalámbricas basadas en la norma IEEE 802.11 se han convertido en la opción predominante para obtener acceso inalámbrico a Internet debido a su bajo coste y ancho de banda no regulado.

15 En los últimos años se ha generado mucho interés en la posibilidad de tener un dispositivo móvil con la capacidad del protocolo de voz sobre Internet (denominado algunas veces en este documento como "voz sobre IP" o "VoIP") y aplicaciones similares usadas en una LAN inalámbrica basada en la norma IEEE 802.11. VoIP permite comunicar voz y potencialmente otros tipos de datos multimedia entre dos o más partes a través de una red, tal como Internet, a diferencia de las líneas telefónicas tradicionales. Los datos, ya sean datos informáticos o datos de audio, se envían de manera digital en paquetes usando el protocolo de Internet. Hay mucho interés público en esta  
20 noción de disponer de un dispositivo móvil que use una infraestructura común para tratar estos tipos de datos. Por ejemplo, los usuarios ya están tratando de realizar llamadas telefónicas baratas de larga distancia a través de Internet usando teléfonos LAN inalámbricos.

25 Sin embargo, VoIP y otras aplicaciones son problemáticas debido a la latencia del proceso de handover o traspaso introducida cuando un dispositivo móvil pasa de un punto de acceso (AP) a otro. El proceso de handover o traspaso implica generalmente dos fases lógicas: una fase de descubrimiento, que incluye el inicio del handover o traspaso y una exploración, y una fase de nueva autenticación, que incluye la autenticación y la asociación con un nuevo punto de acceso. La cantidad de tiempo necesaria completar este proceso de handover o traspaso es una  
30 cantidad suficiente que provoca llamadas interrumpidas, estáticas y/o de habla entrecortada durante las comunicaciones VoIP.

Se han realizado varios intentos para reducir la latencia de handover o traspaso. Se ha propuesto una solución que se centra en reducir el retardo de reasociación usando un mecanismo de almacenamiento en caché ubicado en el punto de acceso. (Por ejemplo, véase el documento "*Context caching using neighbor graphs for fast handoffs in a wireless network*", de Mishra et al., Computer Science Technical Report CS-TR-4477, Universidad de Maryland,  
35 febrero de 2004). Este mecanismo de almacenamiento en caché está basado en el protocolo entre puntos de acceso (IAPP) y se usa para intercambiar información de contexto de cliente entre puntos de acceso vecinos. La caché del punto de acceso se llena usando la información incluida en mensajes Mover-Notificar IAPP o en solicitudes de reasociación enviadas al punto de acceso por dispositivos móviles. Intercambiando la información de contexto de cliente con el punto de acceso anterior, el nuevo punto de acceso no requiere que el cliente envíe su  
40 información de contexto para la reasociación, reduciéndose de este modo el retardo de reasociación.

Se ha propuesto otra solución que se centra en el proceso de autenticación 802.11. (Véase, por ejemplo, el documento "*Fast inter-AP handoff using predictive authentication scheme in a public wireless LAN*", de S. Pack et al., en Proc. IEEE Networks 2002 (Joint ICN 2002 e ICWLHN 2002), agosto de 2002). El proceso de autenticación se lleva a cabo generalmente después de que el dispositivo móvil se haya asociado con un nuevo punto de acceso.  
45 El retardo de autenticación IEEE 802.11 se reduce usando un algoritmo de selección de región de handover o traspaso frecuente (FHR) que tiene en cuenta los patrones de movilidad de los usuarios, las clases de servicio, etc.

Sin embargo, aunque estas soluciones reducen el retardo en la fase de reautenticación, la fase de descubrimiento, y especialmente la parte de exploración de la fase de descubrimiento, es la parte más lenta del proceso de handover o traspaso. La parte de exploración constituye más del 90% de la latencia de handover o traspaso total,  
50 mientras que el tiempo de reasociación es, por lo general, de solo algunos milisegundos.

Se han propuesto otras soluciones, tal como el uso de un algoritmo de exploración selectiva. (Véase, por ejemplo, el documento "*Selective channel scanning for fast handoff in wireless LAN using neighbor graph*", de S. Kim et al.,

Conferencia Técnica Internacional sobre circuitos/sistemas, ordenadores y comunicaciones de 2004 (ITC-CSCC2004), Japón, del 6 al 8 de julio de 2004). Sin embargo, este enfoque requiere el uso de grafos de vecindad, hay que realizar múltiples cambios en la infraestructura de red y debe usarse IAPP. Además, este enfoque define el retardo de exploración como el lapso de tiempo entre el primer mensaje de solicitud de sondeo y el último mensaje de solicitud de sondeo. Esta definición no tiene en cuenta el tiempo que necesita el cliente o el dispositivo móvil para procesar las respuestas de sondeo recibidas. El procesamiento llevado a cabo por el cliente representa una parte significativa del retardo de exploración y aumenta considerablemente con el número de respuestas de sondeo recibidas por el dispositivo móvil.

La patente estadounidense US 6.332.077 describe un algoritmo de itinerancia para asociar un dispositivo móvil (STA) con un punto de acceso en un sistema LAN inalámbrico usado en una aplicación de vehículo de guiado automático (AGV). Se consigue una itinerancia rápida eliminando el tiempo de exploración de una STA durante la búsqueda del siguiente AP con el que asociarse. Para eliminar el tiempo de exploración, cada AP se preconfigura de antemano con su AP adyacente. Siempre que haya un AP asociado, un dispositivo móvil (STA) obtiene la información de los AP vecinos a partir del AP actualmente asociado. Después, la STA supervisa continuamente la intensidad de señal de los AP vecinos. Durante la itinerancia, la STA elige el mejor AP al que asociarse sin tener que explorar todos los AP.

La solicitud de patente británica GB 2.277.849 describe un móvil que funciona en una red de comunicación por radio en la que hay una pluralidad de estaciones base, cada una asociada a un canal de radio. El móvil es informado acerca de los canales que son usados temporalmente por un mensaje corto de información (SIM) difundido a través de los canales. El móvil explora todos los canales de radio cercanos y determina el grado de servicio potencial que puede proporcionar cada uno. El móvil compara la información de disponibilidad de canal con sus mediciones de calidad de canal para crear una lista priorizada de canales. Se elige el canal más favorable para las comunicaciones y la elección se retransmite a la estación base. El móvil actualiza regularmente su información sobre el estado y grado de servicio potencial de los canales de radio cercanos. Si el canal preferido del móvil está ocupado, el móvil ya sabe cuál es el segundo mejor canal disponible.

Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de sistemas y procedimientos para reducir la latencia de handover o traspaso en redes inalámbricas reduciendo el tiempo de exploración. Por consiguiente, es deseable proporcionar sistemas y procedimientos que superen estas y otras deficiencias de la técnica anterior.

### **Resumen de la invención**

Según la presente invención se proporcionan procedimientos y sistemas implementados por ordenador para reducir la latencia de retardo en una red inalámbrica. Por lo general, el retardo de sondeo se reduce considerablemente usando un algoritmo de exploración selectiva y/o un algoritmo de almacenamiento en caché.

Según algunas realizaciones de la presente invención se proporcionan sistemas y procedimientos para reducir la latencia de handover o traspaso para un dispositivo móvil en una red inalámbrica. En respuesta a la asociación con un primer punto de acceso, el dispositivo móvil almacena información clave que identifica al primer punto de acceso en una caché ubicada en el dispositivo móvil. En respuesta a la determinación de que se necesita un handover o traspaso, el dispositivo móvil consulta la caché para determinar si otro punto de acceso está asociado a la información clave.

El dispositivo móvil lleva a cabo una exploración selectiva de los canales en el dispositivo móvil tras determinar que otro punto de acceso no está asociado con la información clave. La exploración selectiva incluye acceder a una máscara de canal que está asociada con el dispositivo móvil, detectar uno o más puntos de acceso usando la máscara de canal y determinar un segundo punto de acceso para la asociación por parte de el dispositivo móvil en función de, al menos en parte, las respuestas procedentes del uno o más puntos de acceso. En algunas realizaciones, el dispositivo móvil puede determinar el segundo punto de acceso basándose, al menos en parte, en la intensidad de señal, la relación de señal a ruido, la distancia desde el primer punto de acceso, el ancho de banda disponible y/o cualquier otro parámetro adecuado.

Tras determinar el segundo punto de acceso, el dispositivo móvil almacena información que identifica al segundo punto de acceso en la caché, donde se asocia con la información clave del primer punto de acceso. El dispositivo móvil puede transmitir uno o más mensajes al segundo punto de acceso y asociarse con el segundo punto de acceso tras recibir permiso desde el segundo punto de acceso.

Según algunas realizaciones de la presente invención, el dispositivo móvil puede determinar si la intensidad de señal del primer punto de acceso ha disminuido por debajo de un valor umbral dado.

Según algunas realizaciones de la presente invención, el dispositivo móvil puede determinar si la relación de señal a ruido del primer punto de acceso ha disminuido por debajo de un valor umbral dado.

Según algunas realizaciones de la presente invención, el dispositivo móvil puede invertir la máscara de canal si el dispositivo móvil no detecta uno o más puntos de acceso usando la máscara de canal y detectar uno o más puntos de acceso usando la máscara de canal invertida.

5 Según algunas realizaciones de la presente invención, el dispositivo móvil puede determinar si la máscara de canal está asociada con el dispositivo móvil y llevar a cabo una exploración de todos los canales en el dispositivo móvil tras determinar que la máscara de canal no está asociada con el dispositivo móvil.

Según algunas realizaciones de la presente invención, el dispositivo móvil puede transmitir una o más solicitudes al primer punto de acceso para información relacionada con puntos de acceso vecinos.

10 Según algunas realizaciones de la presente invención, cuando la red inalámbrica es una red inalámbrica 802.11b, el dispositivo móvil puede añadir el canal 1, el canal 6 y el canal 11 a la máscara de canal. El dispositivo móvil también puede eliminar de la máscara de canal el canal que está usándose actualmente para la conexión con el segundo punto de acceso.

15 Según algunas realizaciones de la presente invención, el dispositivo móvil puede configurar un temporizador para acceder al segundo punto de acceso. En algunas realizaciones, el temporizador puede estar fijado a 6 milisegundos.

Acaban de describirse, en términos generales, las características más importantes de la invención para que pueda entenderse mejor la descripción detallada de la misma y para que la presente contribución a la técnica pueda apreciarse mejor. Evidentemente, hay características adicionales de la invención que se describirán posteriormente y que serán parte del contenido de las reivindicaciones adjuntas.

20 A este respecto, antes de explicar en detalle al menos una realización de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción ni a las disposiciones de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención puede presentar otras realizaciones y puede llevarse a la práctica y realizarse de varias maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y terminología utilizadas en este documento tienen fines descriptivos y no limitativos.

25 Por tanto, los expertos en la técnica apreciarán que la concepción, en la que está basada esta divulgación, puede utilizarse fácilmente como base para el diseño de otras estructuras, procedimientos y sistemas para llevar a cabo los diversos fines de la presente invención. Por lo tanto, es importante señalar que las reivindicaciones incluyen tales construcciones equivalentes siempre que no se aparten del alcance de la presente invención.

30 Todo esto combinado con otros objetos de la invención, junto con las diversas características novedosas que caracterizan a la invención, se refleja particularmente en las reivindicaciones adjuntas y que forman parte de esta divulgación. Para un mejor entendimiento de la invención, de sus ventajas de funcionamiento y de los objetivos específicos conseguidos mediante su uso, debe hacerse referencia a los dibujos adjuntos y a la descripción, en donde se ilustran realizaciones preferidas de la invención.

### **Breve descripción de los dibujos**

35 Varios objetos, características y ventajas de la presente invención pueden apreciarse más en profundidad con referencia a la siguiente descripción detallada de la invención cuando se considera en relación con los siguientes dibujos, en los que números de referencia similares identifican elementos similares.

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema ilustrativo 100 adecuado para la implementación de una aplicación que reduce la latencia de handover o traspaso según algunas realizaciones de la presente invención.

40 La FIG. 2 muestra una ilustración simplificada de la distribución de frecuencia de canal en la norma IEEE 802.11b.

La FIG. 3 muestra una ilustración simplificada del proceso de handover o traspaso usando una exploración activa.

Las FIG. 4A y 4B son gráficos ilustrativos que muestran el tiempo de handover o traspaso en la norma IEEE 802.11b y la norma IEEE 802.11a, respectivamente.

45 Las FIG. 5 y 6 son diagramas de flujo simplificados que ilustran las etapas llevadas a cabo en la reasociación con un nuevo punto de acceso según algunas realizaciones de la presente invención.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra las etapas llevadas a cabo usando una caché para reducir la latencia de handover o traspaso según algunas realizaciones de la presente invención.

La FIG. 8 muestra el tiempo de handover o traspaso total usando el algoritmo de exploración selectiva y/o el algoritmo de almacenamiento en caché según algunas realizaciones de la presente invención.

Las FIG. 9 y 10 muestran la pérdida de paquetes medida en un receptor móvil y el retardo de paquete (en ms) en un emisor móvil, respectivamente, según algunas realizaciones de la presente invención.

#### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

5 La siguiente descripción incluye muchos detalles específicos. La inclusión de tales detalles solo tiene fines ilustrativos y no debe considerarse que limiten la invención. Además, determinadas características que son ampliamente conocidas en la técnica no se describen en detalle para evitar oscurecer el contenido de la presente invención. Además, debe entenderse que las características de una realización pueden combinarse con características de otras realizaciones de la invención.

10 Según la presente invención se proporcionan procedimientos y sistemas implementados por ordenador para reducir la latencia de handover o traspaso total en una red inalámbrica reduciendo considerablemente el tiempo de exploración.

15 La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema ilustrativo 100 adecuado para la implementación de una aplicación que reduce la latencia de handover o traspaso según algunas realizaciones de la presente invención. Como se ilustra, el sistema 100 puede incluir una o más estaciones inalámbricas (STA) 102. En algunas realizaciones, la estación 102 puede ser un dispositivo que contiene una interfaz de capa física (PHY) y de control de acceso al medio (MAC), según la norma IEEE 802.11, con relación al medio inalámbrico. Por ejemplo, las funciones 802.11 pueden implementarse en el hardware y software de una tarjeta de interfaz de red (NIC) que esté conectada a la estación inalámbrica 102.

20 Como alternativa, la estación 102 puede ser cualquier dispositivo que pueda acceder a una red inalámbrica. Por ejemplo, la estación 102 puede ser cualquier plataforma adecuada (por ejemplo, un ordenador personal (PC), un radiolocalizador bidireccional, un terminal inalámbrico, un teléfono portátil, un ordenador portátil, un ordenador de mano, un PC de automóvil, un ordenador portátil plegable, un asistente digital personal (PDA), un teléfono celular y un PDA combinados, etc.). Las estaciones 102 pueden ser locales entre sí o remotas entre sí, y están conectadas mediante uno o más enlaces de comunicaciones a un punto de acceso (AP) 104 que está conectado a través de un enlace de comunicaciones a una red de distribución. El punto de acceso 104 proporciona generalmente acceso a los servicios de distribución a través de un medio inalámbrico para estaciones asociadas 102.

25 En algunas realizaciones, el procedimiento de handover o traspaso se lleva a cabo mediante el firmware o mediante un controlador HostAP. El controlador HostAP es un controlador Linux para tarjetas LAN inalámbricas basadas en un conjunto de chips Prism 2/2.5/3 802.11 de Intersil. Tarjetas inalámbricas que usan estos conjuntos de chips incluyen, por ejemplo, la tarjeta PCMCIA WPC11 de Linksys, la tarjeta PCI WMP11 de Linksys, la tarjeta PCMCIA 4105 de ZoomAir y la tarjeta PCMCIA DWL-650 de D-Link. El controlador HostAP soporta un comando para explorar puntos de acceso, maneja los resultados de exploración y soporta un comando para unirse a un punto de acceso específico. También puede ser posible inhabilitar el handover o traspaso de firmware pasando a un modo manual y habilitando el algoritmo de exploración selectiva.

30 En particular, la FIG. 1 muestra un modo de infraestructura, donde el punto de acceso 104 proporciona conectividad a sus estaciones asociadas 102 para formar un conjunto de servicio básico (BSS) 106. El conjunto de servicio básico 106 es el bloque de construcción básico de una LAN inalámbrica 802.11 y consiste en una o más estaciones 102 controladas por una función de coordinación. Las LAN inalámbricas se distinguen entre sí mediante un identificador de conjunto de servicios (SSID). Por consiguiente, las estaciones 102 y los puntos de acceso 104 que intentan formar parte de una LAN inalámbrica dada pueden usar el mismo SSID de la LAN inalámbrica dada. Las estaciones inalámbricas 102 usan generalmente el SSID para establecer y mantener conectividad con los puntos de acceso 104.

35 Aunque la FIG. 1 y las realizaciones siguientes de la presente invención se refieren en general al modo de infraestructura de la especificación MAC IEEE 802.11, estas realizaciones no están limitadas solamente al modo de infraestructura. En cambio, la invención también puede aplicarse, por ejemplo, al modo ad hoc, donde dos o más estaciones dentro de su mutuo alcance de comunicación establecen una relación de igual a igual. En otra realización adecuada, la invención puede aplicarse a otras tecnologías de comunicación, tal como Bluetooth, etc.

40 El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) ha creado especificaciones para LAN inalámbricas denominadas como la norma 802.11. En los últimos años, el IEEE ha ampliado la norma original para incluir al menos tres normas IEEE 802.11: 802.11a, 802.11b y 802.11g (denominadas conjuntamente en este documento "IEEE 802.11" o "IEEE 802.11x"). La norma IEEE 802.11 se incorpora en este documento como referencia en su totalidad. Debido a las especificaciones IEEE 802.11, las LAN inalámbricas basadas en la norma IEEE 802.11 son la opción predominante para obtener acceso inalámbrico a Internet.

Actualmente hay tres normas IEEE 802.11: 802.11a, 802.11b y 802.11g. La norma 802.11a opera en la banda

5 industrial, científica y médica (ISM) de 5 GHz y usa un total de treinta y dos canales, de los cuales solamente ocho no se solapan. Las normas 802.11b y 802.11g operan en la banda ISM de 2,4 GHz y usan once de los catorce canales posibles en los Estados Unidos. De estos once canales, solo tres no se solapan. Mientras que la norma 802.11b puede permitir una velocidad máxima de 11 Mbit/s, las normas 802.11g y 802.11a pueden permitir una velocidad máxima de 54 Mbit/s. La norma 802.11g es compatible con versiones anteriores de la norma 802.11b, mientras que la norma 802.11a, debido a su banda ISM diferente, no es compatible con las otras dos.

Debe observarse que aunque el número de canales usados en los Estados Unidos es de once, estas realizaciones no están limitadas solamente a la norma IEEE 802.11b en los Estados Unidos. Por ejemplo, la mayor parte de Europa usa trece canales para la norma 802.11b. También puede usarse cualquier número adecuado de canales.

10 Debe observarse además que aunque las siguientes realizaciones de la presente invención se refieren en general a la norma IEEE 802.11b, estas realizaciones no están limitadas solamente a la norma IEEE 802.11b. En cambio, la invención también puede aplicarse a las normas IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, a cualquier otra norma IEEE 802.11 adecuada o a cualquier otro protocolo de comunicaciones inalámbricas adecuado.

15 La FIG. 2 muestra una ilustración simplificada de la distribución de frecuencia de canal en la norma IEEE 802.11b. Como se muestra en la FIG. 2, la norma IEEE 802.11b define de manera genérica un esquema de numeración de canal que permite que la norma se use en diferentes ubicaciones con diferentes definiciones de banda de radio. Para permitir estas diferencias, la norma IEEE 802.11b define canales ubicados cada 5 MHz, empezando a la mitad del ancho de banda del canal ocupado por encima del inicio de la banda ISM de 2,4 GHz. Cada ancho de banda ocupa 22 MHz: 11 MHz por encima del centro del canal y 11 MHz por debajo del centro del canal. Para cumplir con el reglamento para emisiones fuera de banda por debajo de 2,4 GHz, la norma IEEE 802.11b incluye una banda de seguridad de 1 MHz en la parte inferior de la banda. Por consiguiente, empezando en 2,4 GHz, el canal 1 se establece con 2,412 GHz (es decir, 2,4 GHz + 1 MHz para la banda de seguridad + 11 MHz para la mitad del ancho de banda de señal ocupado). Un transmisor IEEE 802.11b que esté fijado al canal 1 transmite una señal comprendida entre 2,401 GHz y 2,423 GHz.

20

25 Debe observarse que cualquier otra señal que se solape con parte de la señal del canal 1 puede dar como resultado algún grado de interferencia. Para evitar completamente este solapamiento, el límite inferior de la siguiente señal IEEE 802.11b no debe ser inferior a 2,423 GHz. Puesto que cada canal IEEE 802.11b está ubicado cada 5 MHz por encima de los 2,412 GHz, el siguiente canal que no se solapa con el canal 1 es el canal 5, a 2,437 GHz, que ocupa la banda comprendida entre 2,426 GHz y 2,448 GHz. Después, el canal 9 es el siguiente canal por encima del canal 5 que no se solapa. Sin embargo, puesto que el uso de los canales 1, 5 y 9 deja 10 MHz de banda sin usar, los canales se amplían hacia los canales 1, 6 y 11 para utilizar completamente la banda que está disponible. Por tanto, en una red inalámbrica bien configurada, algunos o todos los puntos de acceso funcionarán en estos canales no solapados (es decir, los canales 1, 6 y 11).

30

35 La norma IEEE 802.11 incluye tramas de gestión que permiten a las estaciones establecer y mantener comunicaciones con, por ejemplo, un punto de acceso cuando funcionan en una infraestructura o una estación durante el funcionamiento en una red ad hoc. Subtipos de trama de gestión IEEE 802.11 incluyen al menos, por ejemplo, una trama de autenticación, una trama de solicitud de asociación, una trama de respuesta de asociación, una trama de solicitud de reasociación, una trama de respuesta de reasociación, una trama de disociación, una trama de baliza, una trama de autorización, una trama de solicitud de sondeo y una trama de respuesta de sondeo.

40 La autenticación IEEE 802.11 es un proceso mediante el cual el punto de acceso acepta o rechaza la identidad de la estación. Más en particular, el proceso de autenticación determina si establecer la identidad de una estación como miembro del conjunto de estaciones autorizadas para asociarse con otra estación. En general, una estación inicia el proceso de autenticación enviando al punto de acceso una trama de autenticación que contiene su identidad. Con la autenticación de sistema abierta (que puede ser un ajuste por defecto), la estación envía solamente una trama de autenticación y el punto de acceso responde con una trama de autenticación como una respuesta que indica aceptación o rechazo de la estación.

45

La asociación IEEE 802.11 es un proceso mediante el cual el punto de acceso asigna recursos a y se sincroniza con una estación. En particular, el proceso de asociación puede establecer una correlación entre punto de acceso y estación y permitir que la estación invoque servicios de sistema de distribución. Generalmente, una estación inicia el proceso de asociación enviando una solicitud de asociación a un punto de acceso. Esta solicitud transmite información acerca de la estación (por ejemplo, velocidades de transmisión de datos soportadas) y el SSID de la red con la que la estación desea asociarse. Tras recibir la solicitud de asociación, el punto de acceso determina si asociarse con la estación. Si el punto de acceso se asocia con la estación, recibe espacio en la memoria y genera una identificación de asociación para la estación.

50

55 Después, el punto de acceso envía a la estación que está solicitando asociación una trama de respuesta de

asociación que incluye una notificación de aceptación o rechazo. Si el punto de acceso acepta la estación, la trama de respuesta de asociación incluye información relacionada con la asociación, tal como identificación de asociación y velocidades de transmisión de datos soportadas. Si el resultado de la asociación es positivo, la estación puede utilizar el punto de acceso para comunicarse con otras estaciones de la red y con sistemas en el lado de distribución (por ejemplo, Ethernet) del punto de acceso.

En algunas realizaciones, si una estación se aleja del punto de acceso actualmente asociado (por ejemplo, de manera que la señal de baliza del punto de acceso actualmente asociado disminuye por debajo de un umbral dado o de una intensidad de señal dada), la estación puede tratar de encontrar otro punto de acceso que tenga una señal de baliza más fuerte. Durante estos intentos de hallar un nuevo punto de acceso, la estación puede transmitir una trama de reasociación al nuevo punto de acceso. Después, el nuevo punto de acceso coordina el reenvío de tramas de datos que puedan estar aún en la memoria intermedia del punto de acceso anterior esperando a ser transmitidas a la estación.

El nuevo punto de acceso envía a la estación que solicita reasociación una trama de respuesta de reasociación que contiene una notificación de aceptación o rechazo. De manera similar al proceso de asociación, la trama incluye información relacionada con la asociación, tal como identificación de asociación y velocidades de transmisión de datos soportadas.

En algunas realizaciones, una estación puede enviar una trama de disociación a otra estación si desea finalizar la asociación existente. Por ejemplo, una estación que está dejando de funcionar gradualmente puede enviar una trama de disociación para avisar al punto de acceso de que la estación está apagándose. Después, el punto de acceso puede liberar asignaciones de memoria y borrar la estación de la tabla de asociación.

En algunas realizaciones, el punto de acceso puede enviar a estaciones que estén dentro de su alcance una trama de baliza para anunciar su presencia y retransmitir información, tal como una indicación de tiempo, el SSID y otros parámetros relacionados con el punto de acceso. La trama de baliza puede enviarse periódicamente, en instantes predeterminados, o en cualquier otro momento adecuado.

En algunas realizaciones, una estación puede enviar una trama de solicitud de sondeo cuando necesita obtener información de otra estación. Por ejemplo, una estación puede enviar una solicitud de sondeo a una o más estaciones para determinar qué puntos de acceso están dentro de su alcance. En respuesta a la recepción de la trama de solicitud de sondeo, otra estación puede responder transmitiendo una trama de respuesta de sondeo. La trama de respuesta de sondeo puede incluir, por ejemplo, información de capacidad, velocidades de transmisión de datos soportadas o cualquier otra información adecuada relacionada con los puntos de acceso dentro del alcance.

Como se ha descrito anteriormente, estas tramas de gestión IEEE 802.11 pueden usarse cuando, por ejemplo, una estación (por ejemplo, un dispositivo móvil) pasa del área de cobertura de un punto de acceso al área de cobertura de otro punto de acceso (es decir, handover o traspaso). El proceso de handover o traspaso implica normalmente intercambiar una secuencia de mensajes entre la estación y uno o más puntos de acceso que están dentro del alcance de la estación. El proceso de handover o traspaso se divide en dos etapas lógicas: descubrimiento y reautenticación.

El proceso de descubrimiento incluye la fase de inicio de handover o traspaso y la fase de exploración. A medida que una estación se aleja del punto de acceso con el que está actualmente asociada, la intensidad de señal y la relación de señal a ruido de la señal procedente del punto de acceso disminuyen. Cuando estas propiedades de la señal procedente del punto de acceso están por debajo de un umbral dado (por ejemplo, una intensidad de señal dada, una relación de señal a ruido dada o cualquier otro valor umbral adecuado), la estación inicia un handover o traspaso, provocando de este modo que la estación trate de encontrar otros puntos de acceso a los que pueda conectarse. Para hallar otros puntos de acceso, la estación (por ejemplo, un dispositivo móvil) lleva a cabo una función de exploración de capa MAC.

La fase de exploración puede llevarse a cabo en modo pasivo o en modo activo. En el modo pasivo, la estación escucha al medio inalámbrico para detectar una trama de baliza. Las tramas de baliza proporcionan a las estaciones una combinación de información de tiempos y presencia. Usando la información obtenida de las tramas de baliza, la estación puede elegir unirse a un punto de acceso. Durante este modo de exploración, la estación escucha a cada canal del medio físico para tratar de localizar un punto de acceso.

En el modo activo, la estación transmite tramas de solicitud de sondeo en el medio inalámbrico y procesa las respuestas de sondeo recibidas desde los puntos de acceso. El modo de exploración activa incluye generalmente las siguientes etapas:

1. Usar el procedimiento de acceso de canal habitual, acceso múltiple por detección de portadora con

evitación de colisiones (CSMA/CA), para controlar el medio inalámbrico.

2. Transmitir una trama de solicitud de sondeo que contiene la dirección de difusión de destino.

3. Iniciar un temporizador de sondeo.

4. Escuchar respuestas de sondeo.

5 5. Si no se ha recibido ninguna respuesta en un tiempo de canal mínimo, explorar el siguiente canal.

6. Si se han recibido una o más respuestas en un tiempo de canal mínimo, dejar de aceptar respuestas de sondeo en un tiempo de canal máximo y procesar las respuestas recibidas.

7. Acceder al siguiente canal y repetir las etapas 1 a 6 anteriores.

10 Después de que todos los canales se hayan explorado, la estación puede determinar el punto de acceso con el que asociarse a continuación basándose, al menos en parte, en la información recibida en las respuestas de sondeo.

15 El proceso de reautenticación incluye la autenticación y la reasociación con el nuevo punto de acceso, así como la transferencia de los credenciales de la estación y otra información desde el anterior punto de acceso al nuevo punto de acceso. La autenticación es un proceso mediante el cual el punto de acceso acepta o rechaza la identidad de la estación. La estación inicia el proceso enviando la trama de autenticación, la solicitud de autenticación e información de su identidad al punto de acceso. En respuesta, el punto de acceso transmite una respuesta de autenticación que indica aceptación o rechazo de la estación. Después de una autenticación con éxito, la estación envía una solicitud de reasociación al nuevo punto de acceso que, en respuesta, devuelve a la estación una respuesta de reasociación que contiene una notificación de aceptación o rechazo.

20 Como se muestra en la FIG. 3 y se ha descrito anteriormente, durante la exploración activa, los mensajes transmitidos entre la estación y el uno o más puntos de acceso pueden dividirse en tres tipos: mensajes de sondeo, mensajes de autenticación y mensajes de reasociación.

25 Mensajes de sondeo: una vez que la estación decide buscar otros puntos de acceso, se inicia el proceso de sondeo. La estación comienza a enviar solicitudes de sondeo y después procesa respuestas de sondeo recibidas basándose en el algoritmo de exploración activa, descrito en mayor detalle posteriormente. El tiempo transcurrido en este proceso de sondeo se denomina retardo de sondeo.

Mensajes de autenticación: una vez que la estación decide unirse a un punto de acceso, se intercambian mensajes de autenticación entre la estación y el punto de acceso seleccionado. El tiempo transcurrido en este proceso se denomina retardo de autenticación.

30 Mensajes de reasociación: después de una autenticación con éxito, la estación envía una solicitud de reasociación y espera una respuesta de reasociación procedente del punto de acceso. Estos mensajes son responsables del retardo de reasociación.

La FIG. 4 muestra que el retardo de sondeo supone al menos el 90% de la latencia de handover o traspaso en comparación con la autenticación y la asociación.

35 Según la presente invención, para reducir el retardo de sondeo, la presente invención incluye al menos un algoritmo de exploración selectiva y un algoritmo de almacenamiento en caché. Generalmente, el retardo de sondeo disminuye considerablemente mejorando el procedimiento de exploración usando el algoritmo de exploración selectiva. Además, algunas realizaciones de la presente invención pueden incluir el algoritmo de almacenamiento en caché para minimizar el uso del algoritmo de exploración selectiva.

40 Las FIG. 5 y 6 son diagramas de flujo simplificados que ilustran las etapas llevadas a cabo en la reasociación con un nuevo punto de acceso según algunas realizaciones de la presente invención. Son diagramas de flujo genéricos. Debe entenderse que las etapas mostradas en las FIG. 5 y 6 pueden llevarse a cabo en cualquier orden adecuado, algunas pueden suprimirse y otras pueden añadirse.

45 En la etapa 510, la estación puede determinar si una máscara de canal está asociada a la estación. Cuando no se detecta una máscara de canal, la estación puede llevar a cabo una exploración completa de todos los canales en la etapa 520. Por ejemplo, la estación puede enviar una solicitud de sondeo en cada canal y escuchar respuestas procedentes de los puntos de acceso. Debe observarse que, en algunas realizaciones, la exploración completa puede llevarse a cabo automáticamente cuando una estación se enciende.

50 En función de las respuestas procedentes de los puntos de acceso (por ejemplo, recepción de información relacionada con un punto de acceso), la estación genera una máscara de canal (etapa 530). Generalmente, la estación determina los mejores puntos de acceso basándose, por ejemplo, en la intensidad de señal, la relación de señal a ruido, el ancho de banda disponible o cualquier otro parámetro adecuado. En algunas realizaciones, la máscara de canal puede fijarse activando todos los bits para todos los canales en los que un punto de acceso detectó una solicitud de sondeo. Como alternativa, la estación puede activar los bits de la máscara de canal para

una pluralidad dada de puntos de acceso preferidos (por ejemplo, los dos puntos de acceso con la intensidad de señal más fuerte, los tres puntos de acceso más cercanos a la estación, etc.).

5 Como se ha descrito anteriormente, de entre los 14 canales posibles que pueden usarse según la norma IEEE 802.11b, solo tres de esos canales no se solapan (es decir, los canales 1, 6 y 11). Por consiguiente, los bits para los canales 1, 6 y 11 también se fijan en la máscara de canal, ya que estos canales tienen una alta probabilidad de ser usados por puntos de acceso (etapa 610).

10 Usando la máscara de canal, la estación busca un nuevo punto de acceso con el que reasociarse (por ejemplo, el mejor punto de acceso, el punto de acceso con la mayor intensidad de señal de entre los puntos de acceso explorados, el punto de acceso con la mayor relación de señal a ruido de entre los puntos de acceso explorados, etc.).

15 Si no se detecta ningún punto de acceso usando la máscara de canal, la estación puede invertir la máscara de canal (etapa 630). Por ejemplo, si la máscara de canal 802.11b está configurada para explorar los canales 1, 2, 4, 6, 8 y 11, la máscara de canal invertida explora los canales 3, 5, 7, 9 y 10. En la etapa 640, la máscara de canal invertida se usa para detectar si hay algún punto de acceso con el que la estación pueda conectarse. Si no se detecta ningún punto de acceso usando la máscara de canal invertida, la estación lleva a cabo una exploración completa para generar una nueva máscara de canal (por ejemplo, etapas 520 y 530).

20 Si se detecta un nuevo punto de acceso y la estación puede conectarse al mismo, la estación puede actualizar la máscara de canal. Por ejemplo, la estación puede reajustar el bit correspondiente al canal que la estación está usando para conectarse al nuevo punto de acceso, ya que la probabilidad de hallar un punto de acceso adyacente o vecino en el mismo canal del punto de acceso recién detectado es baja. Los bits de la máscara de canal se ajustan según la siguiente fórmula:

nueva máscara de canal = canales explorados (por ejemplo, etapas 520 y 530) + canal 1 + canal 6 + canal 11 - el canal actual.

25 Tras actualizar la máscara de canal, la estación envía los mensajes apropiados para reasociarse con el nuevo punto de acceso.

En algunas realizaciones, la estación también puede incluir un algoritmo de almacenamiento en caché además del algoritmo de exploración selectiva. Por ejemplo, el algoritmo de almacenamiento en caché puede incluir una tabla que use la dirección MAC del punto de acceso actual como clave, donde una lista de direcciones MAC para la conexión con la estación está asociada con la clave.

30 La FIG. 7 es un diagrama de flujo simplificado que ilustra las etapas llevadas a cabo usando una caché para reducir la latencia de handover o traspaso según algunas realizaciones de la presente invención. Este es un diagrama de flujo genérico. Debe entenderse que las etapas mostradas en la FIG. 7 pueden llevarse a cabo en cualquier orden adecuado, algunas pueden borrarse y otras añadirse.

35 En la etapa 710, cuando la estación se asocia con un punto de acceso, el punto de acceso se introduce como una clave en una caché ubicada en la estación. Por ejemplo, la dirección MAC, la dirección IP, la descripción de ubicación o cualquier otro indicador adecuado del punto de acceso actualmente asociado se almacena en la caché como una clave. Otros puntos de acceso (por ejemplo, el segundo mejor punto de acceso debido a su intensidad de señal, puntos de acceso vecinos, el punto de acceso más cercano, los mejores puntos de acceso por su carga o congestión, etc.), pueden asociarse con el punto de acceso actualmente asociado mediante la asociación de información referente a otros puntos de acceso con la clave. Cuando se necesita realizar un handover o traspaso debido a que la señal está por debajo de un umbral dado (por ejemplo, una intensidad de señal dada, una relación de señal a ruido dada o cualquier otro valor umbral adecuado), la estación determina si la caché tiene entradas (por ejemplo, puntos de acceso) correspondientes a la clave (etapa 720). Las entradas pueden incluir, por ejemplo, una o más direcciones de los segundos mejores puntos de acceso, una o más direcciones de puntos de acceso vecinos, etc. Por ejemplo, la caché puede tener un tamaño de diez y un ancho de dos, de manera que puede almacenar diez claves y dos puntos de acceso en la lista de la caché.

45 Si no hay entradas asociadas con la clave, la estación lleva a cabo el algoritmo de exploración selectiva (véanse, por ejemplo, las FIG. 5 y 6). Tras llevar a cabo el algoritmo de exploración selectiva, la estación puede asociar los resultados del algoritmo de exploración selectiva con la clave actual en la etapa 725. Por ejemplo, el algoritmo de exploración selectiva puede determinar que MEJORAP1 y SEGUNDOMEJORAP2 son, según la intensidad de señal, los dos segundos mejores puntos de acceso en lugar del punto de acceso actual. En respuesta a esta determinación, la estación asocia MEJORAP1 y SEGUNDOMEJORAP2 con la clave actual relacionada con el punto de acceso actual. Sin embargo, cualquier otro número adecuado de puntos de acceso puede determinarse y relacionarse con el punto de acceso actual.

Tras hallar una entrada (por ejemplo, otro punto de acceso) asociada con la clave actual en la caché, la estación puede enviar uno o más mensajes para asociarse con un primer punto de acceso (por ejemplo, AP1) correspondiente a la entrada (etapa 730). Sin embargo, si la estación no puede asociarse con el primer punto de acceso, la estación puede comprobar la caché para buscar otra entrada y enviar uno o más mensajes para asociarse con un segundo punto de acceso (etapa 740). Debe observarse que aunque la FIG. 7 muestra que la caché almacena los dos segundos mejores puntos de acceso basándose en la intensidad de señal, puede almacenarse cualquier número adecuado de puntos de acceso (por ejemplo, números MAC).

Si la estación no puede asociarse con el segundo punto de acceso (o después de cualquier otro número adecuado de puntos de acceso), la estación puede calcular una nueva máscara de canal llevando a cabo el algoritmo de exploración selectiva (véanse, por ejemplo, las FIG. 5 y 6) (etapa 750).

Debe observarse que aunque la caché y las siguientes realizaciones de la presente invención describen en términos generales que la caché se rellena usando el algoritmo de exploración selectiva, la clave actual de la caché puede rellenarse con información relacionada con puntos de acceso cuando la estación se está desplazando. Por ejemplo, cuando la estación ha detectado que está desplazándose hacia una ubicación determinada (por ejemplo, hacia un pasillo determinado), la estación puede recibir tramas de baliza desde uno o más puntos de acceso. La trama de baliza anuncia la información de presencia y retransmisión (por ejemplo, indicación de tiempo, SSID y cualquier otro parámetro adecuado relacionado con el punto de acceso) de un punto de acceso detectado. En otra realización adecuada, la estación puede enviar un mensaje al punto de acceso actual solicitando que el punto de acceso transmita a la estación información relacionada con todos los puntos de acceso vecinos (por ejemplo, otros puntos de acceso en la zona, otros puntos de acceso con señales intensas, etc.). En respuesta a la recepción de tal información desde el punto de acceso actual, la estación puede rellenar la caché con la información. Además, puede combinarse con un algoritmo de posicionamiento (por ejemplo, un algoritmo de posicionamiento GPS o WiFi) que permita a la caché rellenarse y actualizarse en tiempo real en función de la posición de la estación.

Como se muestra en el diagrama de flujo de la FIG. 7, el algoritmo de exploración selectiva no puede usarse si uno o más puntos de acceso asociados con el punto de acceso actual están almacenados en la caché de la estación (acierto de búsqueda en caché). Usando tanto el algoritmo de exploración selectiva como el algoritmo de almacenamiento en caché, la estación tarda normalmente menos de 5 ms en asociarse con un nuevo punto de acceso. Sin embargo, cuando la estación trata de asociarse con el nuevo punto de acceso, el firmware espera generalmente una cantidad de tiempo considerable para determinar que la estación base no ha podido asociarse con el nuevo punto de acceso (por ejemplo, hasta 15 milisegundos). El algoritmo de exploración selectiva y/o el algoritmo de almacenamiento en caché pueden configurarse para fijar que un temporizador expire transcurridos, por ejemplo, 6 milisegundos aproximadamente. Por consiguiente, para reducir este tiempo hasta el fallo, el temporizador está configurado para invalidar el firmware. Cuando el temporizador expira, la estación lleva a cabo una nueva exploración selectiva usando una nueva máscara de canal.

Debe observarse que una búsqueda sin éxito en la caché no afecta considerablemente a la latencia de handover o traspaso. Como se ha descrito anteriormente, cuando se produce una búsqueda sin éxito en la caché, el tiempo hasta el fallo es generalmente de solo 6 ms. Por ejemplo, si no se encuentra el valor deseado en la primera entrada de la caché pero sí en la segunda, el retardo de handover o traspaso adicional es solamente de 6 ms. Cuando no se encuentra el valor deseado en ninguna de las dos entradas de la caché, el retardo de handover o traspaso total es de 12 ms más el tiempo para ejecutar el algoritmo de exploración selectiva. Sin embargo, esto supone aún una mejora considerable en comparación con el tiempo de handover o traspaso original.

La FIG. 8 muestra el tiempo de handover o traspaso total usando el algoritmo de exploración selectiva y/o el algoritmo de almacenamiento en caché según algunas realizaciones de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 8 y en la siguiente Tabla 1, el handover o traspaso total se reduce considerablemente usando el algoritmo de exploración selectiva. Cuando se usa el algoritmo de exploración selectiva, se obtiene una reducción media del 40% en el tiempo de handover o traspaso. Debe observarse que cuando el algoritmo de almacenamiento en caché se usa junto con el algoritmo de exploración selectiva, se elimina más del 90% del tiempo de handover o traspaso.

Experimento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Handover o traspaso original	457	236	434	317	566	321	241	364	216	274	343
Exploración selectiva	140	101	141	141	141	139	143	94	142	101	129

Almacenamiento en caché	2	2	4	3	4	2	2	2	2	2	3
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

La Tabla 1 muestra el retardo de handover o traspaso (en ms) de la norma 802.11b en la capa de enlace (también mostrado en la FIG. 8).

Se llevó a cabo otra medición para determinar la pérdida de paquetes durante el proceso de handover o traspaso. Para determinar la pérdida de paquetes se transmitieron paquetes de protocolo de datagrama de usuario (UDP) hacia y desde una estación para simular el tráfico de voz durante el handover o traspaso. Debe observarse que transmitir paquetes de datos durante el proceso de handover o traspaso aumenta el retardo de handover o traspaso. En particular, los paquetes de datos que se transmiten entre la última respuesta de sondeo y la solicitud de autenticación aumentan el retardo de handover o traspaso. Sin embargo, debe señalarse además que este comportamiento se observa cuando la estación que lleva a cabo el handover o traspaso es el emisor. Como alternativa, cuando la estación que lleva a cabo el handover o traspaso es el receptor, no se introduce tal retardo. Las FIG. 9 y 10 muestran la pérdida de paquetes medida en un receptor móvil y el retardo de paquete (en ms) en un emisor móvil, respectivamente, según algunas realizaciones de la presente invención.

Experimento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Handover o traspaso original	36	55	32	79	37	122	134	32	69	36	63
Exploración selectiva	88	24	26	19	31	28	46	26	64	18	37
Almacenamiento en caché	16	15	14	14	16	15	23	21	15	14	16

La Tabla 2 muestra la pérdida de paquetes medida durante el proceso de handover o traspaso cuando la estación es el emisor.

Experimento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Handover o traspaso original	281	229	230	210	209	227	185	174	189	168	210
Exploración selectiva	185	132	147	131	204	182	164	133	151	184	161
Almacenamiento en caché	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La Tabla 3 muestra la pérdida de paquetes medida durante el proceso de handover o traspaso cuando la estación es el receptor.

Debe observarse que el algoritmo de exploración selectiva no depende del entorno inalámbrico. Como alternativa, el rendimiento de handover o traspaso original se deteriora sustancialmente con el entorno. Como se muestra en la siguiente Tabla 4, que incluye datos de un entorno sin puntos de acceso inestables, el algoritmo de exploración selectiva es consistente, mientras que el rendimiento de handover o traspaso original se deteriora con el entorno.

	Tiempo de handover o traspaso en el receptor móvil (ms)	Pérdida de paquetes en receptor móvil (número de paquetes)	Tiempo de handover o traspaso en emisor móvil (ms)	Retardo de paquete en emisor móvil (número de paquetes)
Handover o traspaso original	182,5	63,2	201,5	210,7
Exploración selectiva	102,1	37,0	141,1	161,7
Almacenamiento en caché	4,5	16,3	3,9	0

La Tabla 4 muestra el tiempo de handover o traspaso, la pérdida de paquetes y el retardo de paquete usando el algoritmo de exploración selectiva y/o el algoritmo de almacenamiento en caché en un entorno sin puntos de acceso inestables.

Debe entenderse también que la descripción detallada en este documento puede presentarse en lo que respecta a

procedimientos de programa ejecutados en un ordenador o red de ordenadores. Estas descripciones y representaciones de procedimiento son los medios usados por los expertos en la técnica para mostrar de manera más eficaz la esencia de su trabajo a otros expertos en la técnica.

5 En este documento, y por lo general, un procedimiento se concibe como una secuencia autoconsistente de etapas que dan lugar a un resultado deseado. Estas etapas requieren manipulaciones físicas de cantidades físicas. Normalmente, aunque no es necesario, estas cantidades adoptan la forma de señales eléctricas o magnéticas que pueden almacenarse, transferirse, combinarse, compararse y manipularse de otro modo. En ocasiones resulta conveniente, principalmente por motivos de uso generalizado, denominar estas señales como bits, valores, elementos, símbolos, caracteres, términos, números, etc. Sin embargo, debe observarse que todos estos términos y otros similares deben asociarse con las cantidades físicas apropiadas y que son simplemente etiquetas adecuadas aplicadas a estas cantidades.

15 Además, las manipulaciones llevadas a cabo se denominan frecuentemente usando términos asociados habitualmente con operaciones mentales llevadas a cabo por un operador humano, tales como sumar o comparar. Ninguna de estas capacidades de un operador humano son necesarias, o deseables en la mayoría de los casos, en alguna de las operaciones descritas en este documento que forman parte de la presente invención; las operaciones son operaciones llevadas a cabo con máquinas. Máquinas útiles para llevar a cabo el funcionamiento de la presente invención incluyen ordenadores digitales de propósito general o dispositivos similares.

20 La presente invención también se refiere a un aparato para llevar a cabo estas operaciones. Este aparato puede construirse especialmente para el fin requerido o puede comprender un ordenador de propósito general activado o reconfigurado de manera selectiva por un programa informático almacenado en el ordenador. Los procedimientos presentados en este documento no están relacionados intrínsecamente con un ordenador particular u otro aparato. Varias máquinas de propósito general pueden usarse con programas escritos según las enseñanzas de este documento o puede ser más práctico construir aparatos más especializados para llevar a cabo las etapas de procedimiento requeridas. La estructura requerida para una variedad de estas máquinas se determinará a partir de la descripción proporcionada.

25 El sistema según la invención puede incluir un ordenador de propósito general o un ordenador de propósito especial programado de manera especial. El usuario puede interactuar con el sistema a través de, por ejemplo, un ordenador personal o con una PDA, por ejemplo, Internet, una intranet, etc. Cualquiera de estos sistemas puede implementarse como un sistema informático distribuido en lugar de como un único ordenador. Asimismo, el enlace de comunicaciones puede ser un enlace dedicado, un módem a través de una línea POTS, Internet y/o cualquier otro procedimiento de comunicación entre ordenadores y/o usuarios. Además, el procesamiento puede controlarse mediante un programa de software en uno o más sistemas informáticos o procesadores, o incluso puede implementarse parcial o totalmente en hardware.

35 Aunque puede usarse un único ordenador, el sistema según una o más realizaciones de la invención está equipado opcionalmente de manera adecuada con una pluralidad o una combinación de procesadores o dispositivos de almacenamiento. Por ejemplo, el ordenador puede sustituirse por, o combinarse con, cualquier sistema de procesamiento adecuado que pueda funcionar según los conceptos de las realizaciones de la presente invención, incluyendo calculadoras sofisticadas, ordenadores de mano, ordenadores portátiles/de tamaño agenda, miniordenadores, grandes ordenadores y superordenadores, así como combinaciones de redes de sistema de procesamiento de los mismos. Además, partes del sistema pueden proporcionarse en cualquier formato electrónico apropiado, proporcionándose, por ejemplo, a través de una línea de comunicaciones como señales electrónicas, en un CD y/o DVD, en una memoria de disco óptico, etc.

40 Cualquier lenguaje de software y/o componente de hardware informáticos actualmente disponibles o desarrollados en el futuro pueden utilizarse en tales realizaciones de la presente invención. Por ejemplo, al menos parte de la funcionalidad mencionada anteriormente puede implementarse usando Visual Basic, C, C++ o cualquier lenguaje ensamblador apropiado, en función del procesador que esté usándose. También puede escribirse en un entorno interpretativo y/u orientado a objetos, tal como Java, y transferirse a múltiples destinos y varios usuarios.

45 Debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción ni a las disposiciones de los componentes descritos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención puede presentar otras realizaciones y llevarse a la práctica y realizarse de varias maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y terminología empleadas en este documento tienen fines descriptivos y no limitativos.

50 De este modo, los expertos en la técnica apreciarán que la concepción, en la que está basada esta divulgación, puede utilizarse fácilmente como base para diseñar otras estructuras, procedimientos y sistemas para llevar a cabo los diversos fines de la presente invención. Por lo tanto, es importante señalar que las reivindicaciones incluyen

55

estas construcciones equivalentes siempre que no se aparten del alcance de la presente invención.

Aunque la presente invención se ha descrito e ilustrado en las realizaciones ejemplares anteriores, debe entenderse que la presente divulgación solo se ha realizado a modo de ejemplo y que pueden llevarse a cabo numerosos cambios en los detalles de implementación de la invención sin apartarse del alcance de la invención, la cual solo está limitada por las siguientes reivindicaciones.

Se proporcionan las siguientes referencias:

*General characteristics of international telephone connections and international circuits.* ITU-TG, 114, 1998.

M. S. A. Mishra y W. Arbaugh. *An Empirical analysis of the IEEE 802. 11 MAC Layer Handoff Process.* ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 33 (2): 93 {102, abril de 2003.

M. S. A. Mishra y W. Arbaugh. *Context caching using neighbor graphs for fast handoffs in a wireless network.* Technical report, Universidad de Maryland, febrero de 2004.

G. Combs. *Ethereal network protocol analyzer.*

H. -S. K. et. al. *Selective channel scanning for fast handoff in wireless LAN using neighbor graph.* Japón, julio de 2004. Conferencia Técnica Internacional sobre circuitos/sistemas, ordenadores y comunicaciones.

J. Geier. *Understanding 802. 11 frame types.* Technical report, Jupitermedia Corporation, agosto de 2002.

IEEE. IEEE Std. 802.11, *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical (PHY) specifications: High Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band,* 1999.

A. Jain. *Handoff delay for 802.11b wireless LANs.* Technical report, Universidad de Kentucky, 2003.

M. Kershaw. *Kismet wireless network sniffer.*

J. Malinen. *Host AP driver for intersil prism2/2.5/3.*

S. Park e Y. Choi. *Fast inter-ap handoff using predictive-authentication scheme in a public wireless LAN.* Networks 2002 (Joint ICN 2002 e ICWLHN 2002), agosto de 2002.

S. Park e Y. Choi. *Pre-authenticated fast handoff in a public wireless LAN based on IEEE 802.1x mode.* Singapur, octubre de 2002. IFIP TC6 Personal Wireless Communications.

**REIVINDICACIONES**

1.- Un procedimiento para reducir la latencia de handover o traspaso para un dispositivo móvil (102) en una red inalámbrica, comprendiendo el procedimiento:

5 asociarse con un primer punto de acceso (104), donde información clave que identifica al primer punto de acceso (104) se almacena en una caché ubicada en el dispositivo móvil (102);  
 determinar si es necesario un handover o traspaso;  
 consultar la caché para determinar si otro punto de acceso (104) está asociado con la información clave en respuesta a la determinación de si es necesario el handover o traspaso;  
 10 llevar a cabo una exploración selectiva de canales en el dispositivo móvil (102) tras determinar que otro punto de acceso (104) no está asociado con la información clave, donde la exploración selectiva comprende:

acceder a una máscara de canal que está asociada con el dispositivo móvil (102);  
 detectar uno o más puntos de acceso (104) usando la máscara de canal, donde el dispositivo móvil (102) recibe una o más respuestas desde el uno o más puntos de acceso; y  
 15 determinar un segundo punto de acceso (104) para la asociación por parte de el dispositivo móvil (102) en función de, al menos en parte, las respuestas procedentes del uno o más puntos de acceso (102);

almacenar información relacionada con el segundo punto de acceso (102) en la caché ubicada en el dispositivo móvil (102), donde la información identifica al segundo punto de acceso (104) y está asociada con la información clave;  
 20 transmitir uno o más mensajes al segundo punto de acceso (104) para la asociación con el segundo punto de acceso (104); y  
 asociarse con el segundo punto de acceso (104) en respuesta a recibir una indicación desde el segundo punto de acceso (104).

25 2.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa que determina si es necesario el handover o traspaso comprende además determinar que la intensidad de señal del primer punto de acceso (104) ha disminuido por debajo de un valor umbral dado.

30 3.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa que determina si es necesario el handover o traspaso comprende además determinar que la relación de señal a ruido del primer punto de acceso (104) ha disminuido por debajo de un valor umbral dado.

4.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la exploración selectiva comprende además:

invertir la máscara de canal si el dispositivo móvil (102) no detecta uno o más puntos de acceso (104) usando la máscara de canal; y  
 detectar uno o más puntos de acceso (104) usando la máscara de canal invertida.

35 5.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la exploración selectiva comprende además:

determinar si la máscara de canal está asociada con el dispositivo móvil (102); y  
 llevar a cabo una exploración de todos los canales en el dispositivo móvil (102) tras determinar que la máscara de canal no está asociada con el dispositivo móvil (102).

40 6.- El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además transmitir una o más solicitudes al primer punto de acceso (104) para información relacionada con puntos de acceso vecinos (104).

7.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la red inalámbrica es una red inalámbrica 802.11b, comprendiendo además el procedimiento añadir el canal 1, el canal 6 y el canal 11 a la máscara de canal.

8.- El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además eliminar de la máscara de canal el canal que está usándose actualmente para la conexión con el segundo punto de acceso (104).

45 9.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa que determina el segundo punto de acceso (104) en función de, al menos en parte, las respuestas procedentes del uno o más puntos de acceso (104), comprende además determinar el segundo punto de acceso (104) en función de uno cualquiera de lo siguiente: intensidad de señal, relación de señal a ruido, distancia desde el primer punto de acceso (104) y ancho de banda disponible.

50 10.- El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la información clave comprende al menos uno de lo siguiente: SSID, dirección MAC, dirección IP, información de posición GPS, información WiFi e información de

ubicación.

11.- El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además configurar el dispositivo móvil (102) para fijar un temporizador para acceder al segundo punto de acceso (104).

12.- El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

5            actualizar la máscara de canal para eliminar el canal que se usa para la conexión con el segundo punto de acceso (104).

13.- Un sistema para reducir la latencia de handover o traspaso en una red inalámbrica, comprendiendo el sistema:

10           un dispositivo móvil (102) que está asociada con un primer punto de acceso (104), comprendiendo el dispositivo móvil:

             memoria;

             un procesador que ejecuta al menos parcialmente un programa de aplicación de handover o traspaso configurado para:

15           almacenar información clave que identifica al primer punto de acceso en una caché ubicada en el dispositivo móvil (102);

             determinar si es necesario un handover o traspaso;

             consultar la caché para determinar si otro punto de acceso (104) está asociado con la información clave en respuesta a la determinación de si es necesario el handover o traspaso;

20           llevar a cabo una exploración selectiva de canales en el dispositivo móvil (102) tras determinar que otro punto de acceso no está asociado con la información clave, donde el procesador está configurado además para:

                         acceder a una máscara de canal que está asociada con el dispositivo móvil (102);

25           detectar uno o más puntos de acceso (104) usando la máscara de canal, donde el dispositivo móvil (102) recibe una o más respuestas desde el uno o más puntos de acceso; y

                         determinar un segundo punto de acceso (104) para la asociación por parte de el dispositivo móvil (102) en función de, al menos en parte, las respuestas procedentes del uno o más puntos de acceso (104);

30           almacenar información relacionada con el segundo punto de acceso (104) en la caché ubicada en el dispositivo móvil, donde la información identifica al segundo punto de acceso (104) y está asociada con la información clave;

                         transmitir uno o más mensajes al segundo punto de acceso (104) para la asociación con el segundo punto de acceso (104); y

35           asociarse con el segundo punto de acceso (104) en respuesta a recibir una indicación desde el segundo punto de acceso (104).

14.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para determinar que la intensidad de señal del primer punto de acceso (104) ha disminuido por debajo de un valor umbral dado.

15.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para determinar que la relación de señal a ruido del primer punto de acceso (104) ha disminuido por debajo de un valor umbral dado.

40           16.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para:

                         invertir la máscara de canal si el dispositivo móvil (102) no detecta uno o más puntos de acceso (104) usando la máscara de canal; y

                         detectar uno o más puntos de acceso (104) usando la máscara de canal invertida.

17.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para:

45           determinar si la máscara de canal está asociada con el dispositivo móvil (102); y

                         llevar a cabo una exploración de todos los canales en el dispositivo móvil (102) tras determinar que la máscara de canal no está asociada con el dispositivo móvil (102).

18.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para transmitir una o más solicitudes al primer punto de acceso (104) para información relacionada con puntos de acceso vecinos (104).

19.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para eliminar de la máscara de canal el canal que está usándose actualmente para la conexión con el segundo punto de acceso (104).

20.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para configurar el dispositivo móvil (102) para fijar un temporizador para acceder al segundo punto de acceso.

5 21.- El sistema según la reivindicación 13, en el que el procesador está configurado además para actualizar la máscara de canal para eliminar el canal que se usa para la conexión con el segundo punto de acceso (104).

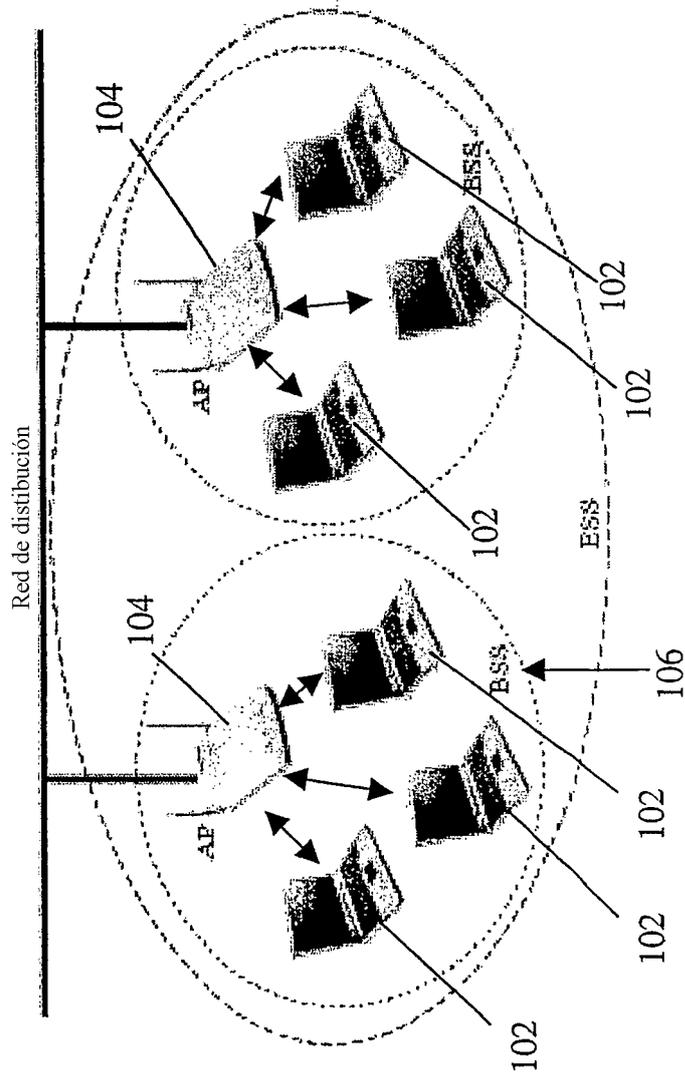


FIG. 1

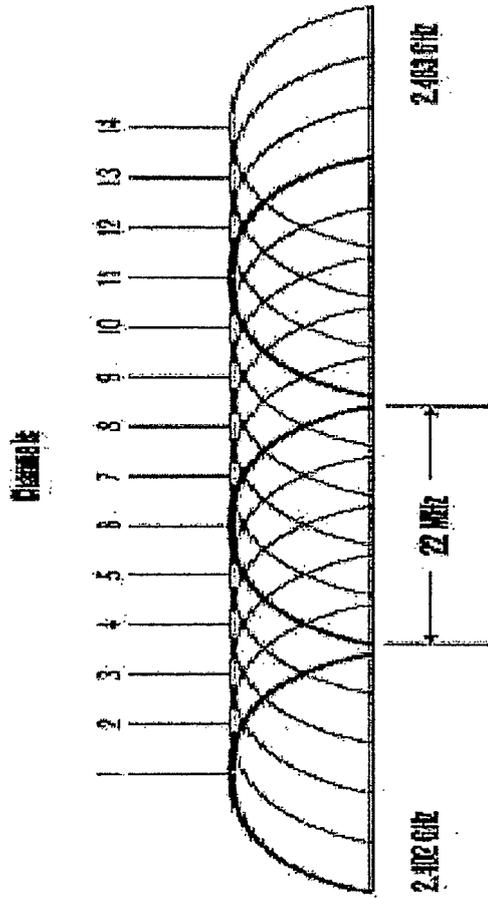


FIG. 2

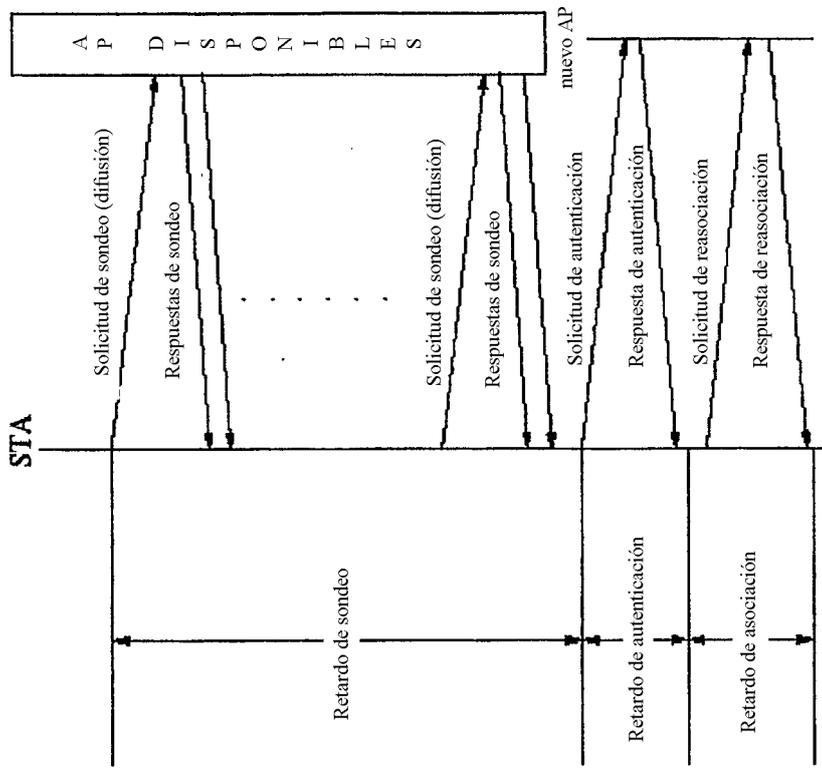


FIG. 3

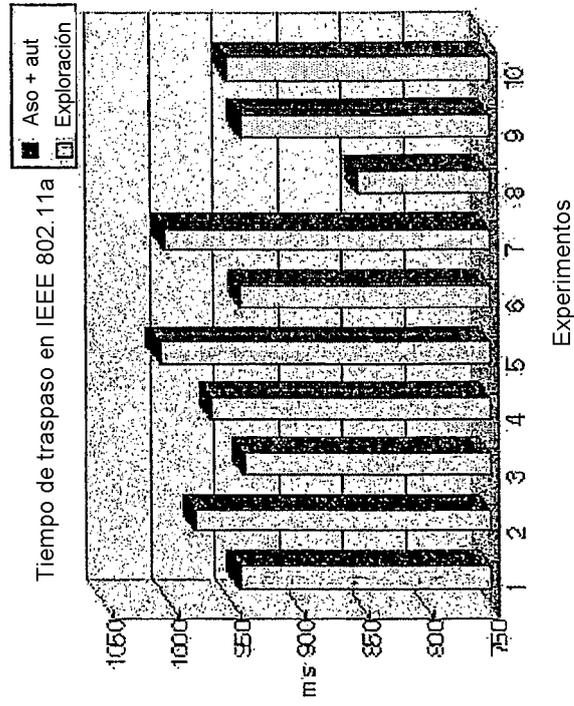


FIG. 4B

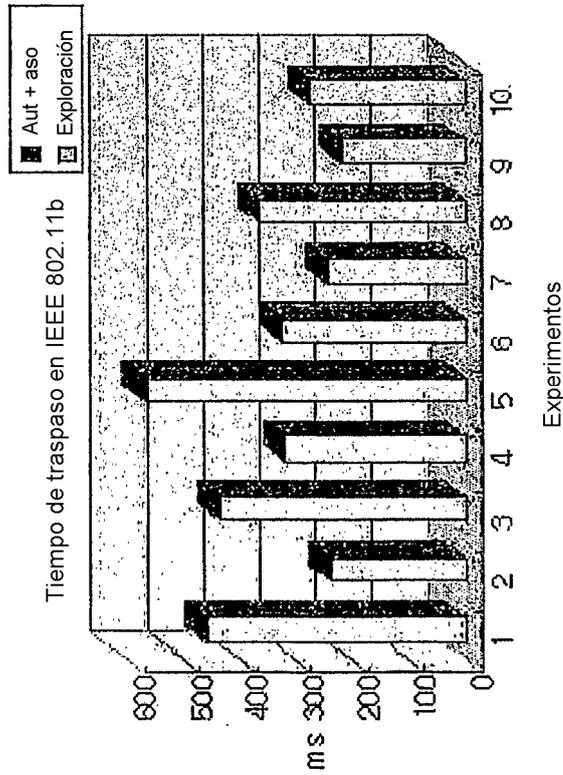


FIG. 4A

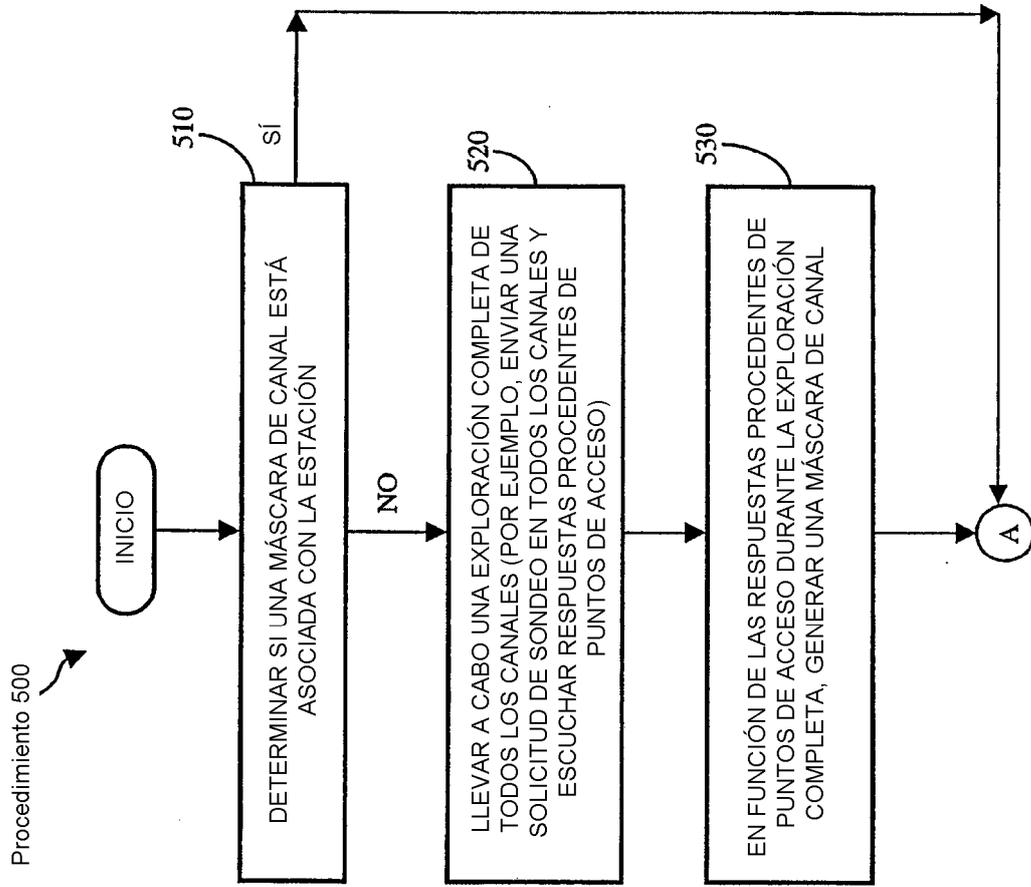


FIG. 5

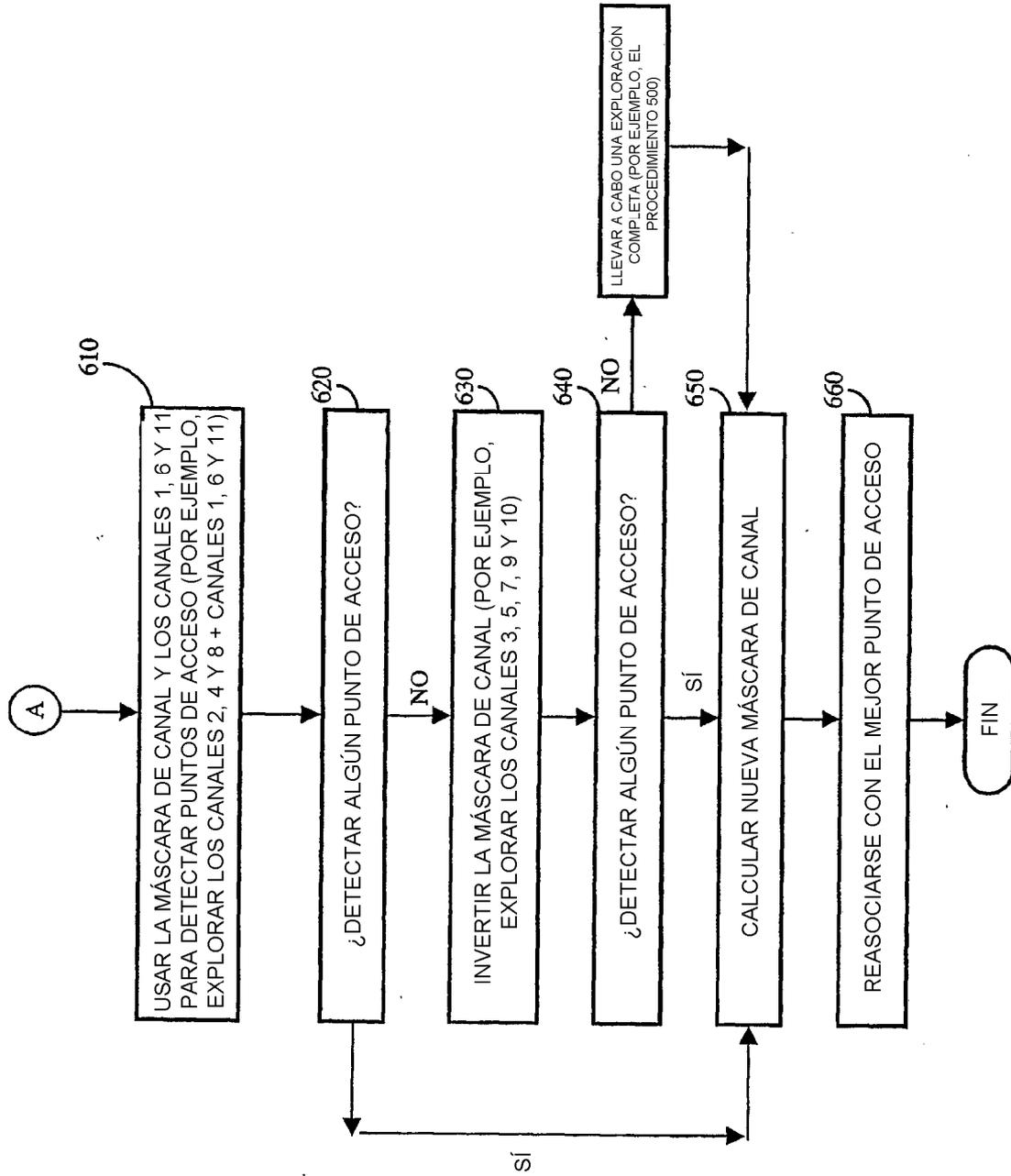


FIG. 6

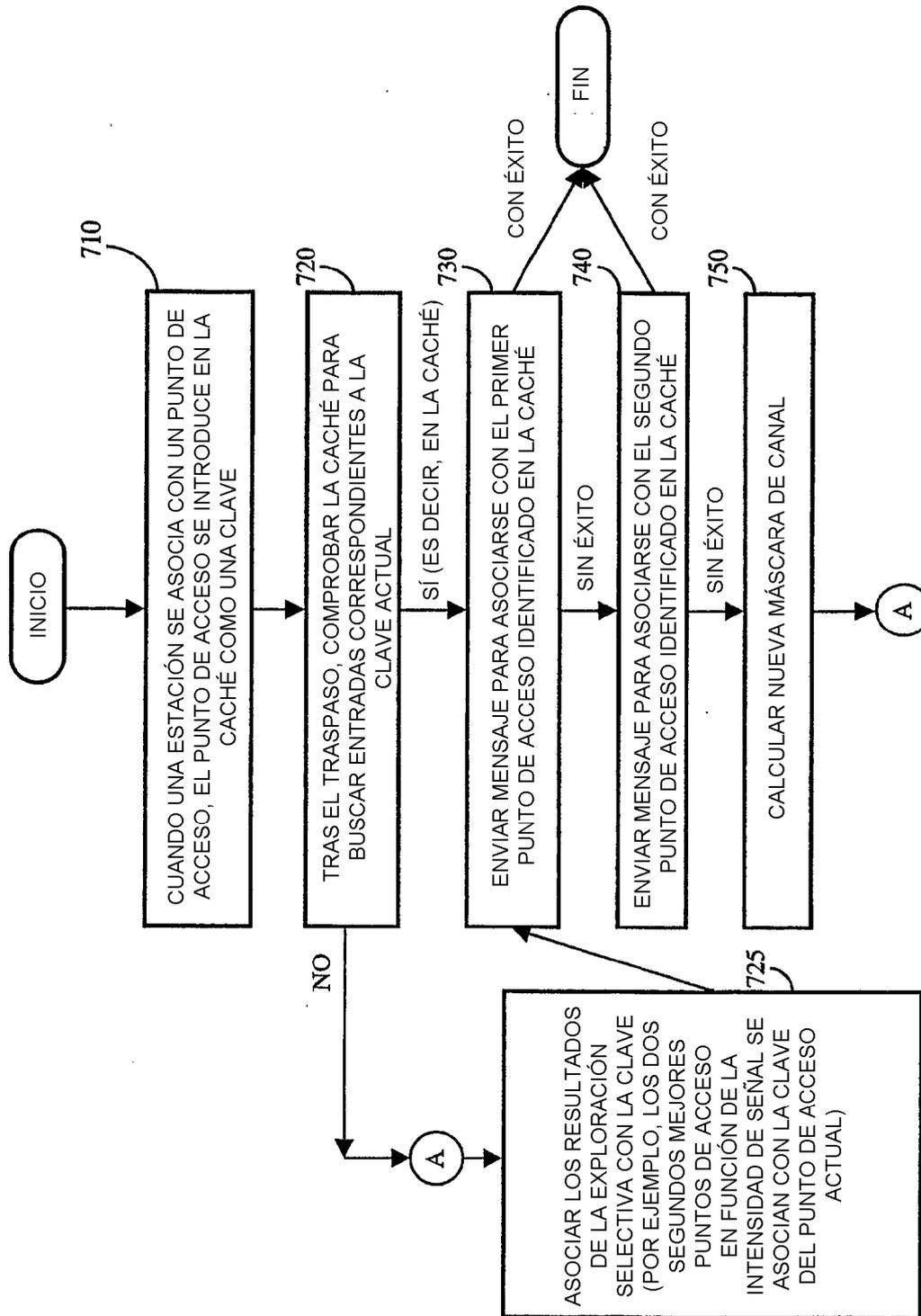
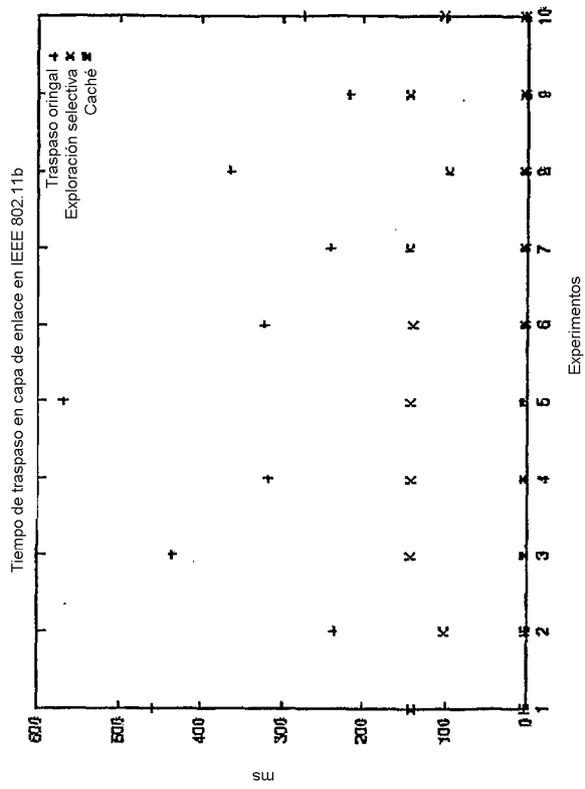


FIG. 7



**FIG. 8**

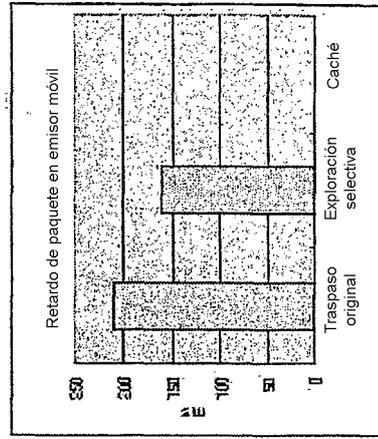


FIG. 10

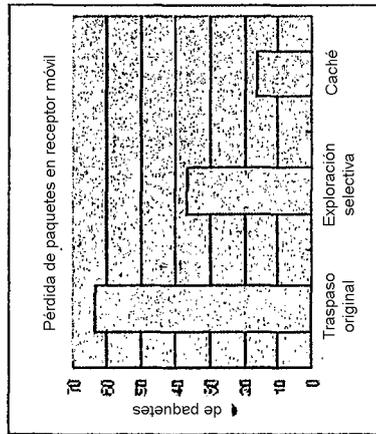


FIG. 9