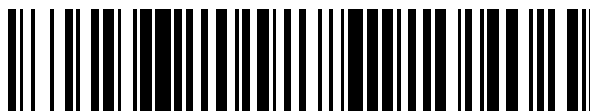


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 118**

51 Int. Cl.:

H04W 52/02

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2010** **E 10737755 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014** **EP 2454911**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar un terminal inalámbrico como un punto de acceso y terminal inalámbrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2014

73 Titular/es:

NEC EUROPE LTD. (100.0%)
Kurfürsten-Anlage 36
69115 Heidelberg, DE

72 Inventor/es:

CAMPS MUR, DANIEL y
PÉREZ COSTA, XAVIER

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 524 118 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

Procedimiento para hacer funcionar un terminal inalámbrico como un punto de acceso y terminal inalámbrico.

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un terminal inalámbrico como un punto de acceso (terminal de punto de acceso) que conecta un conjunto de uno o más terminales de cliente a una red externa, en el que se establece un programa de períodos de ausencia durante el cual no se permite que dichos terminales de cliente conectados transmitan datos a dicho terminal de punto de acceso, en el que los períodos de ausencia, junto con los períodos de presencia correspondientes, están programados a intervalos regulares y tienen
10 determinadas duraciones.

Además, la presente invención se refiere a un terminal inalámbrico que se hace funcionar como un punto de acceso (terminal de punto de acceso) que conecta un conjunto de uno o más terminales de cliente a una red externa, en donde dicho terminal de punto de acceso tiene capacidad para establecer un programa de períodos de ausencia
15 durante el cual no se permite que dichos clientes conectados transmitan datos a dicho terminal de punto de acceso, en el que los períodos de ausencia, junto con los períodos de presencia correspondientes, están programados a intervalos regulares y tienen determinadas duraciones.

En los últimos años se ha convertido en habitual hacer funcionar los dispositivos inalámbricos o portátiles, como por
20 ejemplo, teléfonos móviles, ordenadores portátiles, cámaras o tabletas, de tal manera que actúen como punto de acceso para otros dispositivos (terminales de cliente), proporcionándoles acceso a una red externa. Un escenario de aplicación típico sería, por ejemplo, un teléfono móvil equipado con una interfaz 3G y una interfaz Wi-Fi. En este escenario, el teléfono móvil puede actuar como un punto de acceso en la red Wi-Fi y puede dar acceso a la red 3G a los clientes Wi-Fi conectados.

25 Al contrario de lo que ocurre con las estaciones base fijas convencionales, en las cuales el suministro de energía no resulta crítico, ya que están constantemente conectados a la red, en el caso de los terminales inalámbricos se plantea el problema de que, por lo general, funcionan con alimentación por batería y, al actuar como puntos de acceso, las baterías de los dispositivos se agotan rápidamente. Por lo tanto, todos estos dispositivos han de ser
30 eficientes energéticamente cuando actúen como puntos de acceso. Sin embargo, al hacer que un terminal inalámbrico que actúa como punto de acceso, por ejemplo, como punto de acceso Wi-Fi, pase a un estado de suspensión con el fin de ahorrar energía, se corre el riesgo de degradar la calidad de servicio experimentada por los clientes conectados.

35 Como planteamiento relevante de la técnica anterior se encuentra la especificación técnica P2P desarrollado por la Alianza Wi-Fi, que se comercializa bajo el nombre de Wi-Fi Direct y cuyo lanzamiento se espera para el segundo semestre de 2010 (véase la referencia Wi-Fi Alliance Technical Committee, P2P Technical Group, «Wi-Fi Peer-to-Peer (P2P) Technical Specification v1.0». Sección 3.3.3.2 «P2P Group Owner Notice of Absence Procedure»). La nueva tecnología Wi-Fi Direct permite una sencilla conectividad dispositivo a dispositivo utilizando el concepto Soft-
40 AP. En este contexto Soft-AP denota un dispositivo que implementa un apilamiento STA/AP doble.

La especificación define un protocolo de ahorro de energía que permite que un punto de acceso Wi-Fi ahorre energía [1, sección 3.3.3.2]. El protocolo de ahorro de energía se denomina «aviso de ausencia (NoA)» y permite que un punto de acceso establezca un programa de ausencia, en el que los clientes asociados no pueden transmitir
45 en la red. Por consiguiente, los períodos de ausencia establecidos pueden ser utilizados por el punto de acceso Wi-Fi para ahorrar energía. Sin embargo, a pesar de que la especificación técnica P2P define el protocolo de señalización necesario para lograr el ahorro de energía en un punto de acceso Wi-Fi, no define cómo se ha de construir tal programa de ausencia.

50 En el documento US 7,436,790 B2 se describe otro planteamiento para reducir el consumo de energía en un punto de acceso inalámbrico. La principal contribución de este trabajo es un procedimiento para ahorrar energía en un punto de acceso Wi-Fi a través de la utilización de «períodos libres de contención (CFP)». Los CFP son otro mecanismo de señalización definido en el estándar 802.11. Sin embargo, este mecanismo es mucho menos flexible que el protocolo NoA comentado anteriormente, debido a que un CFP únicamente puede señalar un solo período
55 de ausencia entre dos balizas. Además, el mecanismo de CFP no está ampliamente desplegado en el mercado.

Además, el documento US 2005/0221869 A1 describe un control de ahorro de energía dinámico de estación móvil, de acuerdo con el cual una estación móvil en una red inalámbrica ajusta dinámicamente su tiempo de suspensión para ahorrar energía, p. ej., adaptando un patrón de ausencia/presencia, sobre la base de la actividad de tráfico de

datos.

Es un objeto de la presente invención mejorar y desarrollar aún más un procedimiento y un terminal inalámbrico del tipo descrito inicialmente de tal manera que, mediante la utilización de mecanismos que se pueden implementar
5 fácilmente, se consiga un ahorro de energía eficiente y flexible para el punto de acceso inalámbrico sin degradar significativamente el rendimiento y la calidad de servicio experimentada por los terminales de cliente conectados.

De acuerdo con la invención, el objeto anteriormente mencionado se consigue mediante un procedimiento que comprende las características de la reivindicación 1. De acuerdo con esta reivindicación, tal procedimiento se
10 caracteriza porque se ejecuta una adaptación de los parámetros de duración y/o intervalo de los períodos de ausencia/presencia sobre la base del ancho de banda disponible en dicha red externa y la cantidad de tráfico transmitida entre dicho terminal de punto de acceso y dichos terminales de cliente conectados.

Además, el objeto mencionado anteriormente se consigue mediante un terminal inalámbrico que comprende las características de la reivindicación 17. De acuerdo con esta reivindicación, tal procedimiento se caracteriza porque
15 dicho terminal de punto de acceso está configurado para ejecutar una adaptación de los parámetros de duración y/o intervalo de los períodos de ausencia/presencia sobre la base del ancho de banda disponible en dicha red externa y la cantidad de tráfico transmitida entre dicho terminal de punto de acceso y dichos terminales de cliente conectados.

De acuerdo con la invención, se ha reconocido en primer lugar que, en la mayoría de los casos de uso en los que un terminal de punto de acceso proporciona conectividad externa, el cuello de botella es el enlace a la red externa, p. ej., un enlace 3G. La presente invención aprovecha el hecho de que el ancho de banda de la tecnología de red que conecta los terminales de cliente con el terminal de punto de acceso es típicamente más grande que el ancho de banda de la red externa, y se llega a la conclusión de que, como consecuencia, debería ser posible apagar la radio
25 en el terminal de punto de acceso durante algunos períodos sin afectar al rendimiento experimentado por los terminales de cliente. Más específicamente, la invención propone tener en cuenta al menos el ancho de banda de la red externa y el ancho de banda de la red «interna» (que consiste en el terminal de punto de acceso y los terminales de cliente) para ejecutar una adaptación dinámica de los parámetros de duración y/o intervalo de los períodos de ausencia/presencia. Al hacerlo, se puede obtener un equilibrio óptimo entre calidad de servicio/energía.

Como resultado, el procedimiento de acuerdo con la presente invención permite a un punto de acceso inalámbrico ahorrar energía y reducir al mínimo la degradación introducida en el rendimiento en cuanto a la calidad de servicio de sus clientes conectados. Además, la presente invención permite configurar un conjunto de parámetros de funcionamiento, p. ej., duraciones e intervalos de los períodos de ausencia/presencia mínimos y máximos, que
35 permitan lograr un equilibrio entre la calidad de servicio y el consumo de energía. En consecuencia, la presente invención permite el uso intensivo de, p. ej., un teléfono móvil como un punto de acceso inalámbrico o zona de acceso móvil.

De acuerdo con una realización preferente, el terminal de punto de acceso se puede hacer funcionar como un dispositivo Wi-Fi Direct que actúe como punto de acceso (o propietario de grupo P2P en terminología de Wi-Fi Direct). Esto significa que el terminal de punto de acceso estaría equipado con una interfaz Wi-Fi para comunicarse con terminales de cliente asociados que, junto con el terminal de punto de acceso, constituirían un grupo P2P. La prevalencia de la tecnología Wi-Fi está en constante crecimiento y tiene la ventaja de ser bastante flexible gracias a su buena interoperabilidad. Sin embargo, como resultará evidente para las personas expertas en la materia, el
45 terminal de punto de acceso puede incorporar otra tecnología de comunicación inalámbrica, como por ejemplo Bluetooth, con el fin de proporcionar acceso a terminales de cliente asociados a una red externa.

De acuerdo con una realización preferente adicional, el terminal de punto de acceso es un teléfono móvil, y la red externa es una red de área extensa, en particular una red 3G, una red WiMAX (de acuerdo con los estándares IEEE
50 802.16 y 802.16m), o una red LTE o LTE Advanced. En dicha aplicación, por ejemplo en el caso de que la red externa sea una red 3G, el teléfono móvil estaría equipado con una interfaz de 3G y una interfaz adicional, por ejemplo, una interfaz Wi-Fi, con el fin de dar acceso a la red 3G a los clientes Wi-Fi conectados. Además, el procedimiento también se puede implementar en cualquier otra tecnología inalámbrica en la que el «punto de acceso/estación base/femtocelda» proporcione conectividad a una red externa y pueda anunciar un programa de
55 ausencia/presencia a sus clientes asociados. 802.16m está, en el momento de la redacción de este documento, discutiendo una tecnología similar para femtoceldas llamada «Modo de bajo rendimiento». LTE y LTE Advanced podrían ser otras tecnologías candidatas en las que la invención propuesta podría ser de aplicación.

En el caso de que el terminal de punto de acceso se haga funcionar como un punto de acceso Wi-Fi, se demuestra

que es particularmente ventajoso establecer el programa de períodos de ausencia/presencia en forma del protocolo de ahorro de energía de aviso de ausencia (NoA) Wi-Fi Direct. El protocolo de ahorro de energía «Aviso de ausencia (NoA)» se describe en la especificación de la Comisión Técnica de la Wi-Fi Alliance, Grupo Técnico P2P, «Wi-Fi Peer-to-Peer (P2P) Technical Specification v1.0», Sección 3.3.3.2 «P2P Group Owner Notice of Absence Procedure», y permite que un punto de acceso establezca un programa de ausencia en el que los clientes asociados no pueden transmitir en la red. Por consiguiente, los períodos de ausencia establecidos pueden ser utilizados por el punto de acceso Wi-Fi para ahorrar energía. De acuerdo con la especificación, un programa de ausencia está definido por la 4-tupla «hora de inicio/duración/intervalo/recuento». Cabe señalar que aunque el protocolo NoA establece un programa de «ausencia», en el que los períodos de ausencia se programan a intervalos regulares y tienen determinadas duraciones, también se podría hablar de un programa de «presencia», en el que los períodos de presencia se señalizan simplemente como los tiempos entre los intervalos de ausencia. En consecuencia, a lo largo de la presente solicitud se hace uso de ambos términos programa de «ausencia» y de «presencia», dependiendo del contexto particular.

15 Ventajosamente, el terminal de punto de acceso está configurado para anunciar un programa de períodos de ausencia/presencia que está definido al menos por la duración y el intervalo de los períodos de ausencia/presencia. De este modo, los terminales de cliente asociados están permanentemente informados de las actividades del terminal de punto de acceso, y están habilitados para programar sus propias actividades en consecuencia. Como protocolo de señalización adecuado para anunciar un programa de los períodos de ausencia/presencia, se puede considerar el protocolo que está incluido en la especificación técnica P2P antes mencionada, cuyo despliegue se espera que sea amplio.

La información sobre el ancho de banda disponible en la red externa se puede obtener de diferentes maneras. Por ejemplo, se puede prever que se tome como referencia para el proceso de adaptación un ancho de banda que se esperaría en ciertas circunstancias y condiciones. Además, es posible realizar una estimación del ancho de banda, estimación que se podría basar en diversas entradas y/o en información externa, así como de las constantes, fórmulas, etc. específicas. De manera alternativa o adicional, de acuerdo con una realización específica, el terminal de punto de acceso está configurado para medir el ancho de banda disponible en la red externa, es decir, por ejemplo, en la red 3G en el caso de que el terminal de punto de acceso sea un teléfono móvil. Se pueden aplicar diversos procedimientos para realizar tales mediciones. Por ejemplo, en el caso de un teléfono móvil, una posibilidad sería la de implementar una interfaz entre los controladores Wi-Fi y 3G (es decir, en la capa 2), de manera que el controlador 3G informe al controlador Wi-Fi acerca del ancho de banda disponible. Otra posibilidad sería definir los algoritmos de medición activos/pasivos que estimen el ancho de banda disponible en la red 3G, por ejemplo enviando paquetes sonda (p. ej., pares de paquetes), o medir los tiempos entre llegadas entre paquetes en el controlador Wi-Fi.

Con el fin de reunir toda la información necesaria para ajustar dinámicamente los parámetros de duración y/o de intervalo de los períodos de ausencia/presencia, es necesario establecer un procedimiento para medir la cantidad de tráfico que fluye entre la red externa y la red inalámbrica. Esto también se puede implementar fácilmente en el propio terminal de punto de acceso midiendo la cantidad de tráfico transmitido entre la red externa y los terminales de cliente conectados a la terminal de punto de acceso.

De acuerdo con una realización específica, la duración de los períodos de ausencia/presencia anunciados por el punto de acceso inalámbrico se puede ajustar de acuerdo a las mediciones anteriores de la siguiente manera: Por ejemplo, en el caso de un teléfono móvil, si la cantidad de tráfico que fluye entre la red 3G y la red Wi-Fi está por debajo de la cantidad de ancho de banda disponible en la red 3G, el punto de acceso Wi-Fi puede aumentar la duración de sus períodos de presencia (o disminuir la duración de sus períodos de ausencia). Por otro lado, si la cantidad de tráfico que fluye a través del punto de acceso Wi-Fi coincide (o está razonablemente cerca de) la cantidad de ancho de banda disponible en la red 3G, el punto de acceso Wi-Fi puede disminuir la duración de sus períodos de presencia (o aumentar la duración de sus períodos de ausencia). Las condiciones específicas se pueden definir mediante la utilización de valores umbral configurables. En este último escenario, la conexión de datos (típicamente a través de TCP) se satura en la estación base 3G. Por lo tanto, es posible que el punto de acceso Wi-Fi disminuya la duración de sus períodos de presencia (o aumente la duración de sus períodos de ausencia) con el fin de ahorrar energía, sin afectar al rendimiento de extremo a extremo de la conexión de datos.

De manera alternativa o adicional, se puede aplicar el mismo mecanismo que se describió anteriormente con respecto a la duración de los períodos de ausencia/presencia para ajustar el intervalo entre los períodos de ausencia/presencia anunciados por el punto de acceso inalámbrico de acuerdo con las mediciones anteriores. Por ejemplo, en el caso de un teléfono móvil, si la cantidad de tráfico que fluye entre la red 3G y la red Wi-Fi está por

debajo de la cantidad de ancho de banda disponible en la red 3G, el punto de acceso Wi-Fi puede aumentar la duración de sus períodos de ausencia/presencia con el fin de estar presente con mayor frecuencia. Por otro lado, si la cantidad de tráfico que fluye a través del punto de acceso Wi-Fi coincide (o está razonablemente cerca de) la cantidad de ancho de banda disponible en la red 3G, el punto de acceso Wi-Fi puede aumentar el intervalo entre dos
5 períodos de ausencia/presencia.

Con respecto a la optimización adicional, se puede prever el establecimiento de un programa de ahorro de energía apropiado si las aplicaciones no pueden ofrecer un tráfico suficiente para igualar el ancho de banda disponible en la red externa. Por ejemplo, aplicaciones como el servicio web podrían no ser capaces de utilizar completamente el
10 ancho de banda ofrecido por la red externa. Por lo tanto, es ventajoso un mecanismo en el terminal de punto de acceso destinado a evitar el establecimiento de duraciones del período de presencia demasiado largas (o duraciones del período de ausencia demasiado cortas) o intervalos del período de ausencia/presencia demasiado cortos, en el caso de que las aplicaciones no ofrezcan suficiente carga para utilizar todo el ancho de banda disponible en la red externa. Una posible implementación de este mecanismo consistiría en medir cómo reacciona la
15 cantidad de tráfico que fluye a través del terminal de punto de acceso a los cambios en el programa de ahorro de energía.

De acuerdo con una realización ventajosa, se puede definir un conjunto de parámetros para permitir que un implementador equilibre el rendimiento en cuanto a la calidad de servicio con el consumo de energía de acuerdo con sus necesidades particulares. Por ejemplo, una implementación podría adaptar la duración de los períodos de
20 ausencia/presencia entre una duración mínima (duración_mín, p. ej., 10 ms) y una duración máxima (duración_máx, p. ej., 100 ms), y el intervalo entre los períodos de ausencia/presencia entre una longitud de intervalo mínima (intervalo_mín, p. ej., 20 ms) y una longitud de intervalo máxima (intervalo_máx, p. ej., 100 ms). Con respecto a una mayor flexibilidad, se puede prever la introducción de otro parámetro, que es el porcentaje de ancho de banda
25 disponible en la red externa que el terminal de punto de acceso quiere proporcionar a sus clientes conectados (por ejemplo, el 80 %). Este parámetro también se puede utilizar para equilibrar el rendimiento en cuanto a la calidad de servicio con el consumo de energía. Mediante la manipulación de estos parámetros de funcionamiento, un implementador puede inclinarse hacia un comportamiento de mayor ahorro de energía o un comportamiento más orientado hacia la calidad de servicio en el punto de acceso inalámbrico. Estos parámetros se podrían incluso ajustar
30 dinámicamente dependiendo de la cantidad de energía de la batería que quede en el terminal de punto de acceso.

Existen varias maneras para diseñar y desarrollar las explicaciones de la presente invención de manera ventajosa. Para este fin, se hace referencia, por un lado, a las reivindicaciones de patente subordinadas a la reivindicación de patente 1 y, por otro lado, a la siguiente explicación de las formas de realización preferentes de la invención a título
35 de ejemplo, ilustradas por el dibujo. En relación con la explicación de las formas de realización preferentes de la invención con la ayuda del dibujo, se explicarán las realizaciones generalmente preferentes y los desarrollos adicionales de las explicaciones. En los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un escenario de aplicación de un procedimiento de acuerdo con una
40 realización de la presente invención.

La figura 2 es una ilustración esquemática del protocolo de ahorro de energía «Aviso de Ausencia (NoA)» desarrollado por la Wi-Fi Alliance,

45 La figura 3 es una ilustración esquemática de un mecanismo de adaptación del protocolo de ahorro de energía de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 es un diagrama que ilustra el comportamiento resultante de una adaptación de la duración de los períodos de presencia de acuerdo con una realización de la presente invención,
50

La figura 5 es un diagrama que ilustra los beneficios relativos al rendimiento resultante de una adaptación de la duración y del intervalo de los períodos de presencia de acuerdo con una realización de la presente invención, y

La figura 6 es un diagrama que ilustra los beneficios relativos al ahorro de energía resultante de una adaptación de la duración y del intervalo de los períodos de presencia de acuerdo con una realización de la presente invención.
55

El posible escenario de aplicación representado en la figura 1 ilustra un teléfono móvil 1 que actúa como un terminal de punto de acceso inalámbrico 2. El teléfono móvil 1 está equipado con una interfaz 3G con el fin de establecer una conexión inalámbrica con un nodo B 3 y una interfaz Wi-Fi con el fin de dar acceso a la red externa a los

terminales de cliente Wi-Fi inalámbricos conectados 4. En la realización de la figura 1 se supone que la red externa es una red 3G 5. El enlace 3G establecido entre el punto de acceso Wi-Fi 2 y el nodo B 3 se indica mediante una línea de puntos, mientras que el enlace Wi-Fi establecido entre el punto de acceso Wi-Fi 2 y los terminales de cliente Wi-Fi 4 se indica mediante una línea discontinua.

5

En la realización ilustrada, la conexión de datos (por lo general a través de TCP) desde un servidor de aplicaciones 6 a través del punto de acceso Wi-Fi 2 a los terminales de cliente Wi-Fi conectados 4, que en la figura 1 se indican mediante la flecha de línea continua, probablemente se saturará en el enlace 3G. Por lo tanto, el rendimiento máximo que esta conexión será capaz de obtener depende del ancho de banda disponible en el enlace 3G, que tiende a ser altamente variable. Además, es razonable suponer que el ancho de banda disponible en la red Wi-Fi está por encima del ancho de banda disponible en el enlace 3G (p. ej., las redes Wi-Fi 802.11g tradicionales pueden proporcionar velocidades de transmisión de datos de hasta 54 Mbps, mientras que las últimas implementaciones HSDPA tienen velocidades máximas de 7,2 Mbps). Dada la falta de correspondencia anterior entre las velocidades de transmisión de datos disponibles entre las redes 3G y Wi-Fi, debería ser teóricamente posible establecer el punto de acceso Wi-Fi 2 en modo de suspensión para ahorrar energía, sin afectar al rendimiento de extremo a extremo de la conexión de datos.

La figura 2 es una ilustración esquemática del protocolo de ahorro de energía «Aviso de Ausencia (NoA)» desarrollado por la Wi-Fi Alliance, que se describe en el documento de la Comisión Técnica de la Wi-Fi Alliance, Grupo Técnico P2P, «Wi-Fi Peer-to-Peer (P2P) Technical Specification v1.0», sección 3.3.3.2 «P2P Group Owner Notice of Absence Procedure». De acuerdo con la especificación, un programa de ausencia está definido por la 4-tupla «hora de inicio/duración/intervalo/recuento». En la figura 2 se utilizan números similares para componentes similares con respecto a la realización de la figura 1, y se omite su explicación detallada.

Como se puede obtener a partir de la figura 2, la primera baliza ilustrada (flechas verticales), que es transmitida por el punto de acceso Wi-Fi 2 y recibida por uno o más terminales de cliente Wi-Fi conectados 4, indica con el índice 1 un aviso de ausencia con dos períodos de ausencia (recuento 2), teniendo cada período de ausencia una duración de 40 ms y siendo la longitud del intervalo 50 ms. Cabe notar cómo este programa de ausencia señala implícitamente un programa de períodos de presencia de 10 ms de duración y 50 ms de intervalo. La siguiente baliza indica un aviso de ausencia diferente con parámetros modificados, siendo ahora el número de períodos de ausencia 4, teniendo cada período de ausencia una duración de 20 ms, y siendo el intervalo 50 ms. Cabe señalar que en un aviso de ausencia periódico (como se ilustra en la figura 2), la longitud de la duración de la ausencia/presencia y el intervalo entre dos balizas no varía.

De acuerdo con la presente invención, los parámetros que definen un programa de ahorro de energía (p. ej., un programa de ahorro de energía de tipo aviso de ausencia o similar) en un terminal de punto de acceso inalámbrico que proporciona acceso a una red externa se adaptan dinámicamente, con el fin de ahorrar energía en el terminal de punto de acceso sin afectar al rendimiento de extremo a extremo de la conexión de datos a los terminales de cliente asociados. El concepto básico que subyace a la idea propuesta es que tal plan de ahorro de energía se adapta de acuerdo con el ancho de banda disponible medido en la red externa y la cantidad de tráfico transmitida en la red inalámbrica. Se proporciona una descripción detallada del concepto a título de ejemplo en relación con la realización ilustrada en la figura 3.

Como se puede obtener a partir de la figura 3, los parámetros de entrada requeridos para llevar a cabo el mecanismo de adaptación del programa de ahorro de energía de acuerdo con la presente invención incluyen al menos el ancho de banda de la red externa y el tráfico que fluye entre el terminal de punto de acceso y los terminales de cliente asociados. Ambos parámetros de entrada pueden ser medidos por el propio terminal de punto de acceso. Se ha de entender que en una implementación más sofisticada se puede tener en cuenta un mayor número de parámetros de entrada que los mencionados anteriormente.

50

En la figura 3, la operación que se lleva a cabo sobre la base de los parámetros de entrada generalmente se denota como F^* . En el caso de un teléfono móvil que ofrece a los terminales de cliente Wi-Fi acceso a una red 3G F^* podrá definirse por las siguientes reglas básicas:

1. Si el ancho de banda 3G aumenta, el intervalo del período de ausencia/presencia puede disminuir y la duración del período de presencia puede aumentar (o la duración del período de ausencia puede disminuir).

2. Si el ancho de banda 3G disminuye, el intervalo del período de ausencia/presencia puede aumentar y la duración del período de presencia puede disminuir (o la duración del período de ausencia puede aumentar).

3. Si el tráfico 3G↔Wi-Fi aumenta, el intervalo del período de ausencia/presencia puede disminuir y la duración del período de presencia puede aumentar (o la duración del período de ausencia puede disminuir).

4. Si el tráfico 3G↔Wi-Fi disminuye, el intervalo del período de ausencia/presencia puede aumentar y la duración del período de presencia puede disminuir (o la duración del período de ausencia puede aumentar).

5. Las reglas anteriores se pueden combinar cuando más de una condición tenga lugar al mismo tiempo.

10 Cabe destacar que es posible realizar muchas implementaciones específicas basadas en las normas generales anteriores. Por ejemplo, si el ancho de banda 3G aumenta un 10 %, se podría reducir el intervalo de presencia en un 20 % y aumentar la duración de la presencia en un 80 %, o se podría reducir el intervalo de presencia en un 80 % y aumentar la duración de presencia en un 20 %.

15 Como ya se ha mencionado anteriormente, una posible forma de realización de la presente invención consiste en ajustar tanto la duración como el intervalo al mismo tiempo. Por ejemplo, esto se puede realizar de la siguiente manera:

1. Estimar el ancho de banda 3G en el controlador del punto de acceso Wi-Fi (3g_bw).

20 2. Medir el tráfico 3G↔Wi-Fi (thr).

3. Definir la relación $\text{relación} = \text{thr}/3\text{g_bw}$, entonces:

25 • Si la relación $< \text{relación_mín}$, entonces disminuir el intervalo de ausencia/presencia y/o aumentar la duración del período de presencia (o disminuir la duración del período de ausencia), de acuerdo con cierta política.

• Si la relación $> \text{relación_mín}$, entonces aumentar el intervalo de ausencia/presencia y/o disminuir la duración del período de presencia (o aumentar la duración del período de ausencia), de acuerdo con cierta política.

30 En este contexto relación_mín denota un umbral que puede ser configurado por el implementador de acuerdo con sus intereses y/o necesidades reales para equilibrar de manera óptima el consumo de energía en el punto de acceso inalámbrico con el rendimiento en cuanto a la calidad de servicio de sus clientes asociados.

35 4. Definir un mecanismo para detectar si la carga ofrecida no es suficiente y en ese caso aumentar el intervalo del período de ausencia/presencia y/o disminuir la duración del período de presencia (o aumentar la duración del período de ausencia), de acuerdo con cierta política.

La figura 4 ilustra el comportamiento resultante de una aplicación del procedimiento de acuerdo con la presente invención. En el ejemplo presentado, un terminal de cliente conectado al punto de acceso Wi-Fi recupera un archivo de 50 MB a través de la red 3G. El punto de acceso Wi-Fi adapta la duración de un único período de presencia por intervalo de baliza entre 10 ms y 100 ms, de acuerdo con el ancho de banda disponible en la red 3G. Cuando el ancho de banda disponible en el enlace 3G disminuye (líneas continuas y discontinuas en el diagrama inferior), los períodos de presencia anunciados por el punto de acceso Wi-Fi (línea en el diagrama superior) también disminuyen con el fin de ahorrar más energía. Por otro lado, cuando aumenta el ancho de banda disponible en la red 3G, los períodos de presencia anunciados por el punto de acceso Wi-Fi también aumentan con el fin de permitir que los clientes conectados se beneficien del ancho de banda disponible en la red 3G. De esta manera, el punto de acceso Wi-Fi minimiza su consumo de energía sin afectar al rendimiento de la transferencia de datos, que se indica por la línea de trazos en el diagrama inferior.

50 Un aspecto importante del procedimiento de acuerdo con la presente invención es que se pueden ajustar los parámetros tanto de duración como de intervalo del programa de ahorro de energía. Para demostrar los beneficios resultantes de esta posibilidad, las gráficas ilustradas en las figuras 5 y 6 representan los resultados de un experimento en el que un ajuste de tanto de la duración como del intervalo se compara con un procedimiento que solo ajusta la duración de un solo período de presencia de cada intervalo de baliza y con un procedimiento en el que el punto de acceso Wi-Fi está en modo activo.

El experimento que se realiza es el siguiente: Un cliente Wi-Fi descarga un archivo de 50 MB (p. ej., un vídeo de YouTube) a través de la red 3G y el punto de acceso Wi-Fi utilizando TCP. Se modifican varios parámetros de la

conexión (RTT (*Round Trip Time*, tiempo de extremo a extremo) y el almacenamiento en búfer disponible), y se mide el comportamiento en términos de rendimiento de la conexión (gráficos ilustrados en la figura 5), y el consumo de energía en el punto de acceso Wi-Fi (gráficos ilustrados en la figura 6).

- 5 Si el punto de acceso Wi-Fi se mantiene permanentemente en modo activo (línea A) durante la duración de la transferencia de archivos, se obtiene un comportamiento óptimo en términos de rendimiento; sin embargo, la energía consumida es máxima. Si se considera un procedimiento que solo se adapta la duración de un solo período de presencia entre dos balizas (línea B), se puede obtener un buen comportamiento en términos de energía, pero el rendimiento puede verse gravemente degradado. No obstante, si se adaptan tanto la duración como el intervalo de
- 10 los períodos de presencia, se puede obtener un equilibrio cerca del óptimo entre rendimiento y consumo de energía en el punto de acceso Wi-Fi (líneas C y D).

- 15 Los expertos en la materia a la que pertenece esta invención podrán concebir muchas modificaciones y realizaciones adicionales de la invención expuestas en esta invención que ofrezcan el beneficio de las explicaciones presentadas en la descripción que antecede y en los dibujos asociados. Por lo tanto, se debe entender que la invención no se limita a las realizaciones específicas descritas y que el alcance de las reivindicaciones adjuntas pretende incluir esas modificaciones y realizaciones adicionales. Aunque en esta invención se emplean términos específicos, estos se utilizan en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar un terminal inalámbrico como un punto de acceso (terminal de punto de acceso (2)) que conecta un conjunto de uno o más terminales de cliente (4) a una red externa, en el que se establece un programa de períodos de ausencia durante el cual no se permite que dichos terminales de cliente conectados (4) transmitan datos a dicho terminal de punto de acceso (2), en el que los períodos de ausencia, junto con los períodos de presencia correspondientes, están programados a intervalos regulares y tienen determinadas duraciones,
- 10 caracterizado porque se ejecuta una adaptación de los parámetros de duración y/o intervalo de los períodos de ausencia/presencia sobre la base del ancho de banda disponible en dicha red externa y la cantidad de tráfico transmitida entre dicho terminal de punto de acceso (2) y dichos terminales de cliente conectados (4).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho terminal de punto de acceso (2) se hace funcionar como un punto de acceso Wi-Fi.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicho terminal de punto de acceso (2) es un teléfono móvil (1), y en el que dicha red externa es una red de área extensa, en particular una red 3G (5), una red WiMAX o una red LTE.
- 20 4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho programa de períodos de ausencia/presencia se establece en forma del protocolo de ahorro de energía de aviso de ausencia Wi-Fi Direct.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho terminal de punto de acceso (2) está configurado para anunciar un programa de períodos de ausencia/presencia que está definido al menos por la duración y el intervalo de los períodos de ausencia/presencia.
6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dicho terminal de punto de acceso (2) está configurado para medir el ancho de banda disponible en dicha red externa.
- 30 7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el ancho de banda en dicha red externa se mide usando una interfaz entre el controlador de red externa de dicho terminal de punto de acceso (2) y el controlador de dicho terminal de punto de acceso (2) para la comunicación con dichos terminales de cliente conectados (4).
- 35 8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el ancho de banda en dicha red externa se mide usando algoritmos de medición activa y/o pasiva, en particular mediante el envío de paquetes sonda o midiendo los tiempos entre llegadas entre paquetes.
- 40 9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho terminal de punto de acceso (2) está configurado para medir la cantidad de tráfico enviado entre dicha red externa y dichos terminales de cliente conectados (4).
- 45 10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que se incrementa la duración de los períodos de presencia de dicho terminal de punto de acceso (2) y/o se reduce la duración de sus períodos de ausencia en caso de que la cantidad de tráfico transmitido entre dicho terminal de punto de acceso (2) y dichos terminales de cliente conectados (4) esté por debajo de una cantidad predeterminada del ancho de banda disponible en dicha red externa.
- 50 11. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que se reduce la duración de los períodos de presencia de dicho terminal de punto de acceso (2) y/o se incrementa la duración de sus períodos de ausencia en caso de que la cantidad de tráfico transmitido entre dicho terminal de punto de acceso (2) y dichos terminales de cliente conectados (4) esté razonablemente cerca de o por encima de una cantidad predeterminada del ancho de banda disponible en dicha red externa.
- 55 12. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que se reduce el intervalo entre los períodos de ausencia/presencia de dicho terminal de punto de acceso (2) en caso de que la cantidad de tráfico transmitido entre dicho terminal de punto de acceso (2) y dichos terminales de cliente conectados

(4) esté por debajo de una cantidad predeterminada del ancho de banda disponible en dicha red externa, y/o

en el que se incrementa el intervalo entre los períodos de ausencia/presencia de dicho terminal de punto de acceso (2) en caso de que la cantidad de tráfico transmitido entre dicho terminal de punto de acceso (2) y dichos terminales de cliente conectados (4) está razonablemente cerca de o por encima de una cantidad predeterminada del ancho de banda disponible en dicha red externa.

13. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que dicho terminal de punto de acceso (2) está configurado para establecer un programa de ahorro de energía adaptado en el caso de que las aplicaciones no ofrezcan suficiente tráfico para llegar a la cantidad predeterminada del ancho de banda disponible en dicha red externa.

14. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la adaptación de los parámetros de duración y/o intervalo de los períodos de ausencia/presencia tiene en cuenta

15 un porcentaje del ancho de banda disponible en dicha red externa que dicho terminal de punto de acceso (2) está dispuesto a proporcionar a dichos terminales de cliente conectados (4), y/o

la cantidad de energía de la batería restante en dicho terminal de punto de acceso (2).

20 15. Terminal inalámbrico, en particular para ejecutar un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, haciéndose funcionar dicho terminal como un punto de acceso (terminal de punto de acceso (2)) que conecta un conjunto de uno o más terminales de cliente (4) a una red externa, en donde dicho terminal de punto de acceso (2) tiene capacidad para establecer un programa de períodos de ausencia durante el cual no se permite que dichos terminales de cliente conectados (4) transmitan datos a dicho terminal de punto de acceso (2), en el que los períodos de ausencia, junto con los períodos de presencia correspondientes, están programados a intervalos regulares y tienen determinadas duraciones,

30 caracterizado porque dicho terminal de punto de acceso (2) está configurado para ejecutar una adaptación de los parámetros de duración y/o intervalo de los períodos de ausencia/presencia sobre la base del ancho de banda disponible en dicha red externa y la cantidad de tráfico transmitida entre dicho terminal de punto de acceso (2) y dichos terminales de cliente conectados (4).

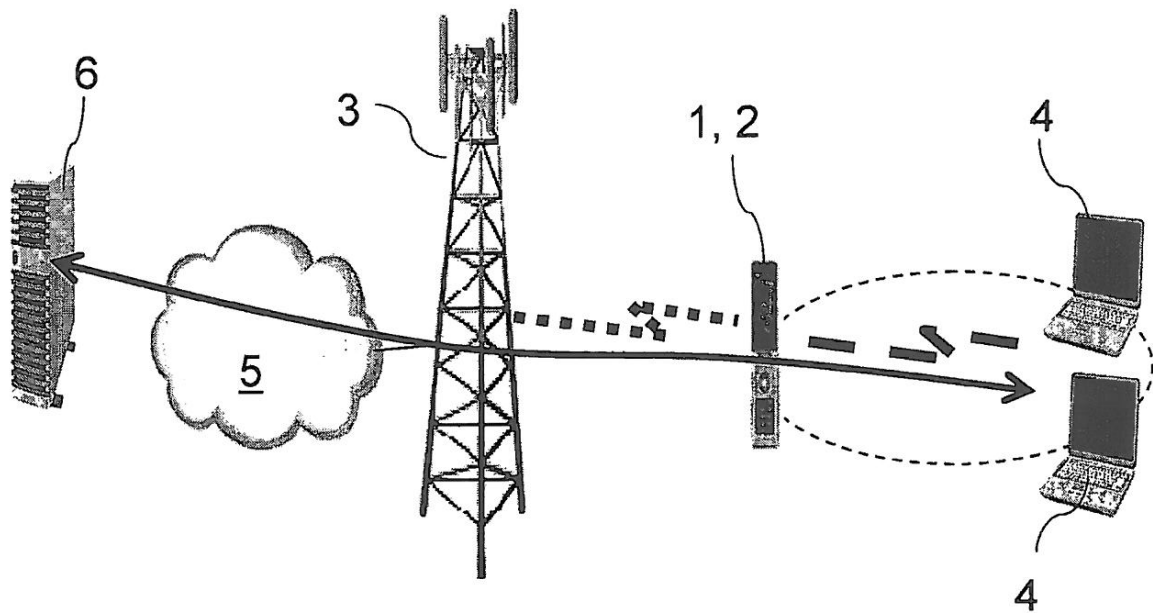


Fig. 1

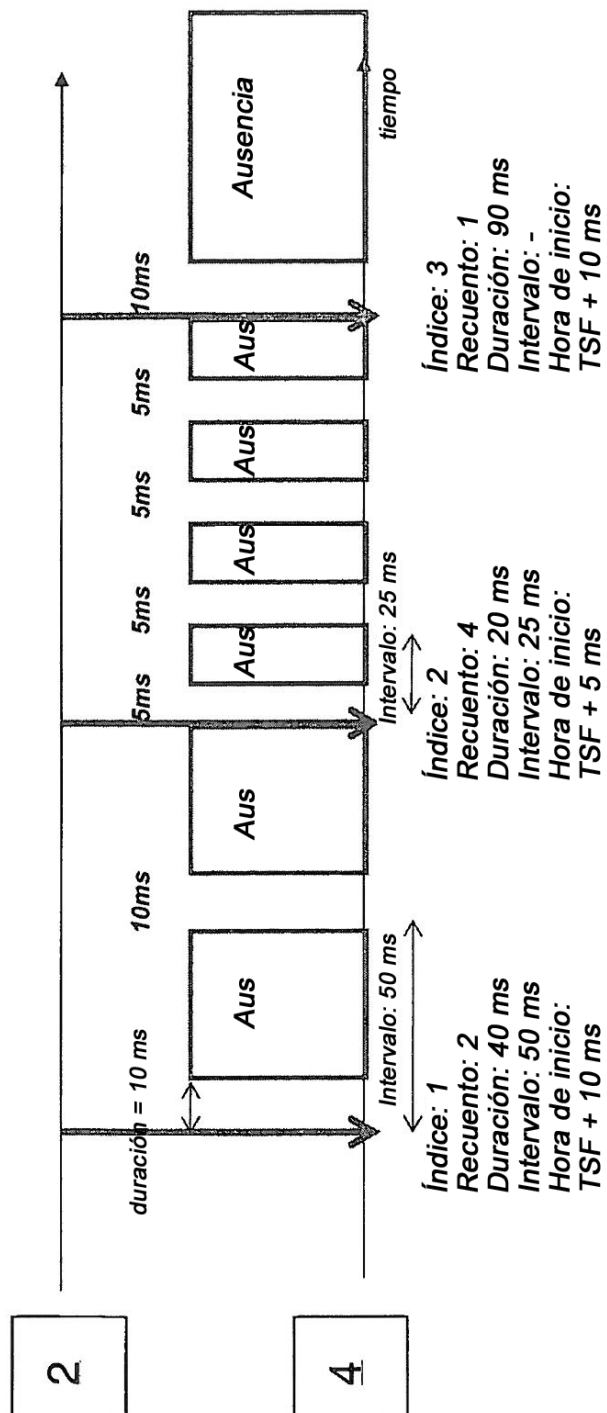


Fig. 2

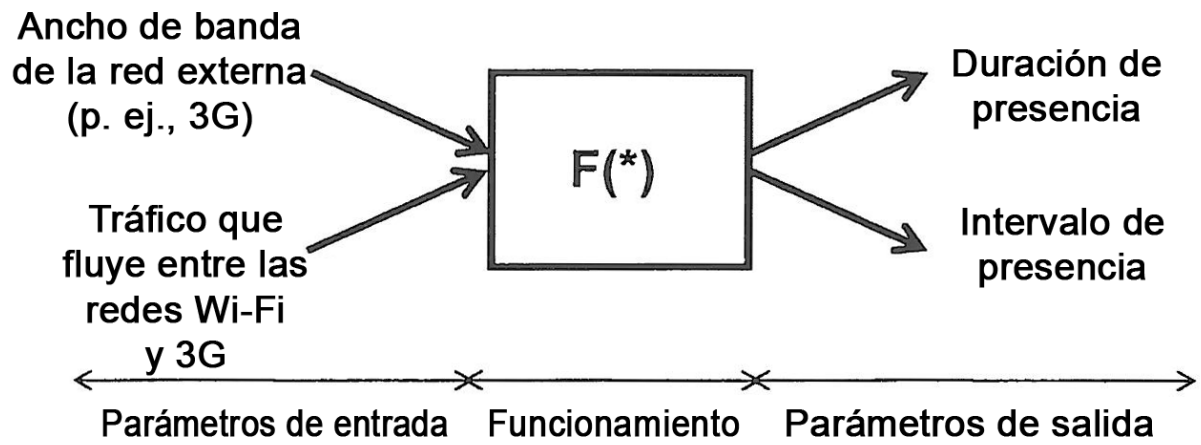


Fig. 3

Escenario:
Urbano, a 50 km/h, 250 m, $RTT_{base} = 20$ ms, cola del nodo B = 60 paq.

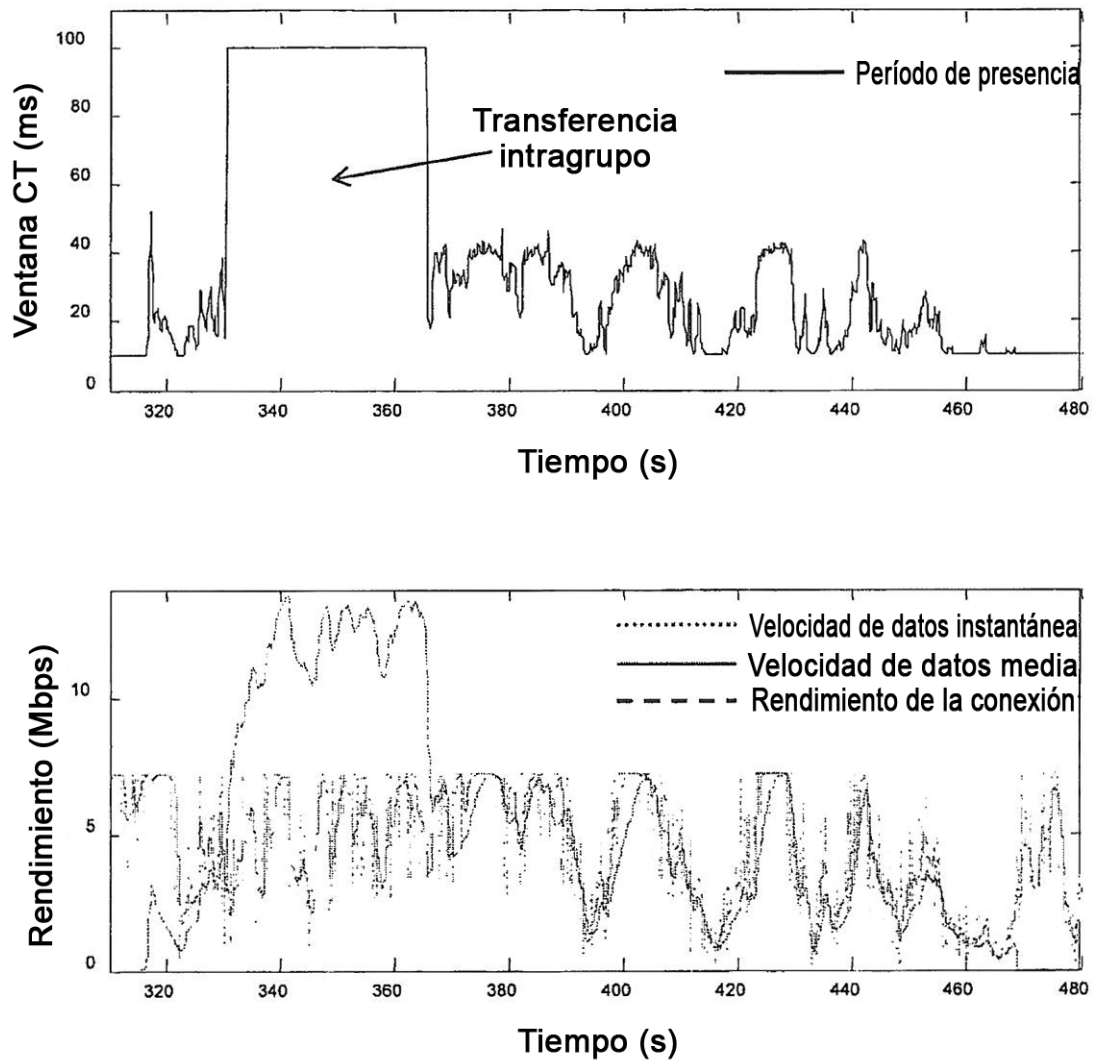


Fig. 4

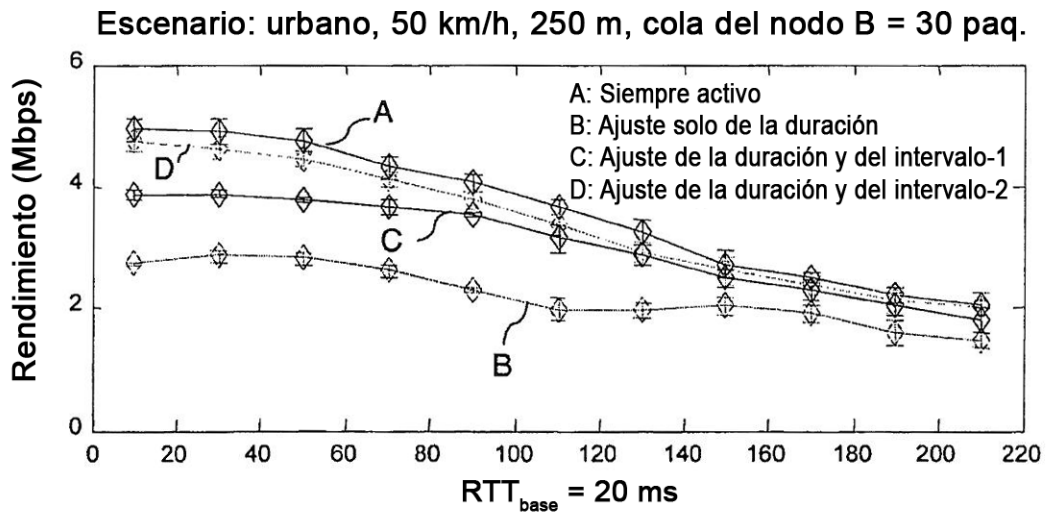
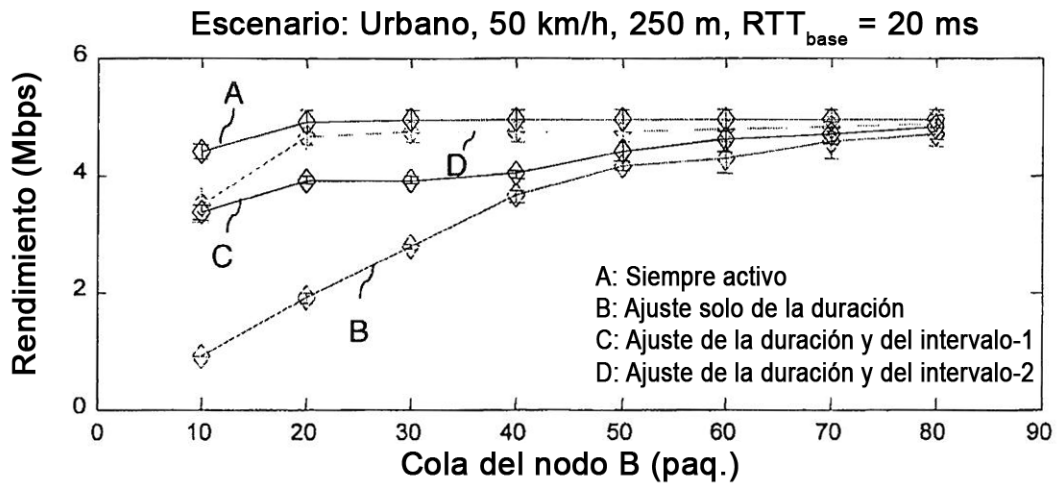


Fig. 5

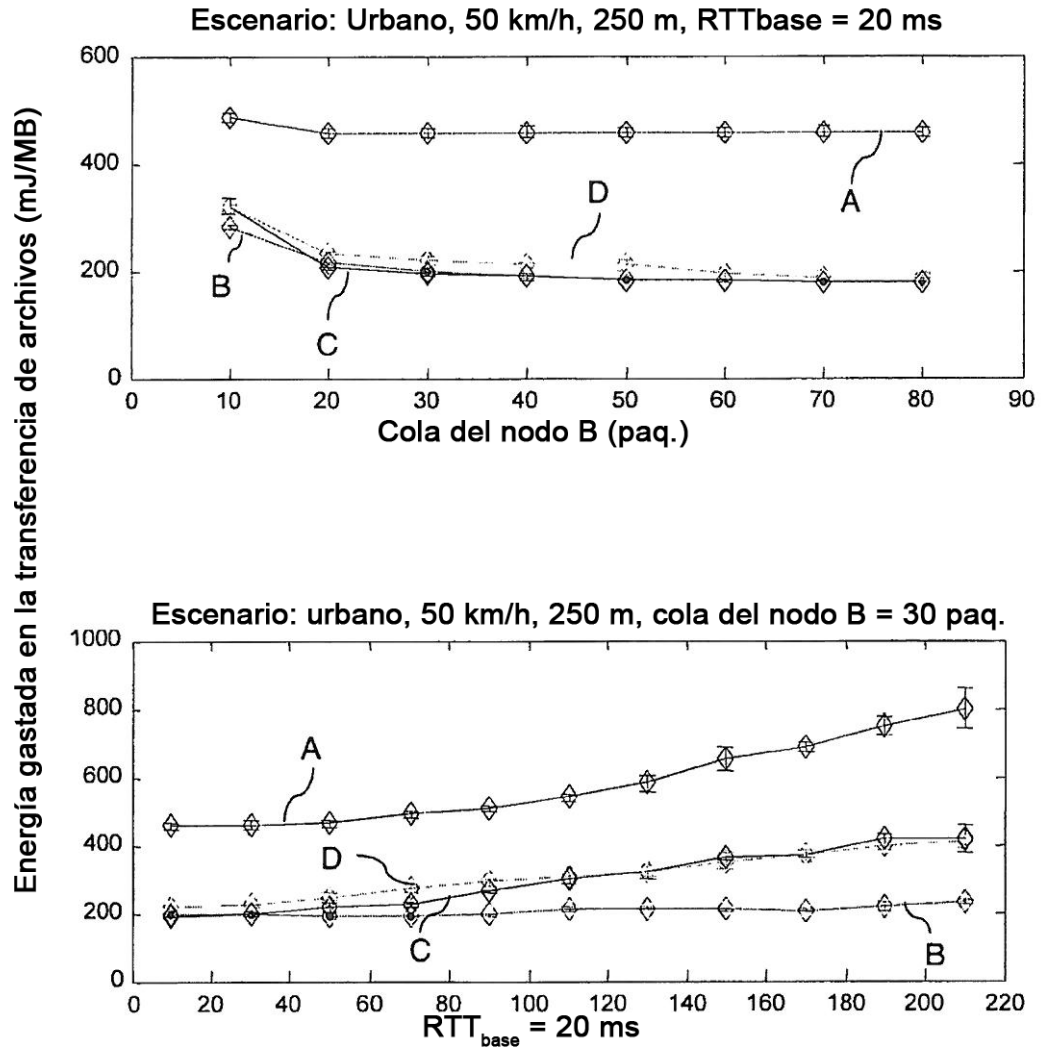


Fig. 6