

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 079**

51 Int. Cl.:

<b>H04W 76/20</b>	(2008.01)
<b>H04W 76/10</b>	(2008.01)
<b>H04W 72/08</b>	(2009.01)
<b>H04W 72/12</b>	(2009.01)
<b>H04W 28/08</b>	(2009.01)
<b>H04W 28/02</b>	(2009.01)
<b>H04W 40/16</b>	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2014 PCT/US2014/043411**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014 WO14209794**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2014 E 14817957 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3014815**

54 Título: **Sistema de gestión de la contención de dispositivo a dispositivo para redes de banda ancha móviles**

30 Prioridad:

**28.06.2013 US 201313931415**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.12.2018**

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (100.0%)  
2200 Mission College Boulevard  
Santa Clara, CA 95052, US**

72 Inventor/es:

**PYATTAEV, ALEXANDER y  
JOHNSON, KERSTIN**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 693 079 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

Sistema de gestión de la contención de dispositivo a dispositivo para redes de banda ancha móviles

Campo técnico

5 Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren generalmente a sistemas de comunicación inalámbricos y, más en particular, se refieren a la descarga del tráfico de red a través de una red basada en la contención para la comunicación directa de dispositivo a dispositivo.

Antecedentes

10 En sistemas celulares, tales como las redes que operan bajo el estándar de Evolución a Largo Plazo (LTE) del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) iniciado por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP) o el estándar 802.16 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) (WiMax), las transmisiones pueden viajar por la ruta de una infraestructura a través de una red central. Cuando los dispositivos móviles inalámbricos (por ejemplo, equipos de usuario o "UE") están cerca uno del otro, la ruta de la infraestructura representa un desperdicio del canal de red y recursos de batería del usuario. Para evitar este desperdicio y mejorar el rendimiento del UE y de la red, se están investigando los protocolos de comunicaciones directas en los sistemas 3GPP con el fin de descargar el tráfico de datos sobre enlaces directos entre los UE.

15 Si bien se están realizando esfuerzos en los sistemas 3GPP para desarrollar un nuevo protocolo de dispositivo a dispositivo (D2D) basado en LTE, existen muchos protocolos D2D en redes distribuidas, que se pueden usar para descargar el tráfico de la red sobre enlaces directos. Sin embargo, debido a que dichos protocolos D2D están diseñados para las redes distribuidas, no tienen una administración central. Por lo tanto, los protocolos D2D utilizan procedimientos basados en la contención para gestionar los recursos de radio. Dado que los protocolos D2D basados en la contención son protocolos no celulares, residen en bandas distintas de la red celular y son útiles para descargar el tráfico de la red celular. Desafortunadamente, los protocolos D2D basados en la contención no siempre funcionan bien con respecto al rendimiento del usuario, el retardo y/o la alimentación de la batería.

20 El documento US2011/287794 A1 describe la medición de la interferencia añadida por las rutas de comunicación en una red.

Compendio de la invención

La invención se lleva a cabo según la reivindicación independiente aneja. Las características opcionales de la invención se llevan a cabo según las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

30 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de una red de comunicación de ejemplo según una realización

La FIG. 2 ilustra un gráfico de red según una realización de ejemplo

La FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para definir un gráfico de red según una realización

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para la gestión de la contención D2D según una realización.

35 La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para la gestión de la contención D2D según otra realización.

La FIG. 6 es un gráfico que ilustra el retardo frente al número de enlaces D2D potenciales según una realización de ejemplo.

40 La FIG. 7 es un gráfico que ilustra el consumo energético frente al número de enlaces potenciales según la realización de ejemplo.

La FIG. 8 es un gráfico que ilustra el rendimiento frente al número de enlaces según la realización de ejemplo.

La FIG. 9 proporciona una ilustración de ejemplo de un dispositivo móvil, como un equipo de usuario (UE) según una realización.

45 La FIG. 10 es un diagrama de bloques simplificado de un servidor configurado para gestionar el tráfico de la red según una realización.

Descripción de las realizaciones

I. Descripción general

Existen varias aplicaciones y ejemplos de uso propuestos en 3GPP que pueden implicar comunicación iniciada por la red o iniciada por el UE hacia o entre un grupo de usuarios y/o dispositivos. Por ejemplo, se han propuesto comunicaciones D2D o entre pares entre un grupo de usuarios y/o dispositivos para redes sociales locales, intercambio de contenido, marketing basado en la localización, publicación de anuncios, aplicaciones de móvil a móvil, seguridad pública y otras aplicaciones

Las comunicaciones D2D pueden implementarse utilizando un espectro inalámbrico con licencia o sin licencia en una red basada en la contención. Los ejemplos de sistemas de comunicación que pueden usar espectros inalámbricos sin licencia incluyen, por ejemplo, 802.11 ("WiFi"), Bluetooth, comunicación de campo cercano ("NFC"), etc. En diversas realizaciones, los dispositivos móviles pueden utilizar WiFi directo u otro procedimiento de búsqueda para descubrir y establecer enlaces de comunicación D2D directos con otros dispositivos móviles. Si los dispositivos móviles se alejan fuera de su alcance durante la comunicación D2D, la continuidad de la sesión puede perderse.

Los UE pueden iniciar la comunicación entre sí mientras están alejados entre sí a través de una red de área amplia inalámbrica (WWAN), como una red de comunicaciones inalámbrica LTE o WiMax, pero posteriormente establecer enlaces de comunicación directa a medida que se acercan unos a otros. Como se ha mencionado anteriormente, si se siguen usando los recursos de WWAN para comunicarse mientras se encuentran próximos entre sí puede reducir el rendimiento, aumentar el retardo, usar demasiada batería y/o puede agotar los recursos de WWAN que se podrían utilizar mejor en las comunicaciones entre dispositivos móviles que están lejos el uno del otro.

Para mejorar el rendimiento, ciertas realizaciones describen un sistema de gestión de la contención D2D que mejora o maximiza el rendimiento total D2D al mismo tiempo que cumple con un conjunto de condiciones predefinidas (por ejemplo, límites en el retardo de acceso al medio del usuario y el consumo energético). Ciertas realizaciones de este tipo efectúan un análisis de coste/beneficio de la activación de cada enlace D2D. El análisis se efectúa en el contexto de todos los demás enlaces D2D existentes y/o un subconjunto de enlaces D2D deseados, así como la interferencia de fondo cocanal. Como se comenta a continuación, los resultados muestran que las realizaciones descritas mejoran el retardo de acceso al medio y la eficiencia energética de los usuarios D2D al mismo tiempo que se mantiene el rendimiento del enlace D2D.

El análisis de coste/beneficio determina qué enlaces D2D existentes y/o solicitados tienen acceso al canal inalámbrico. Ciertas realizaciones encuentran un conjunto de enlaces D2D que, cuando se activan simultáneamente, maximizan el rendimiento y cumplen con un conjunto de condiciones predefinidas. Según el conjunto de condiciones, el conjunto de enlaces D2D se puede parametrizar para maximizar el rendimiento total de la red o minimizar el retardo del usuario y el consumo de la batería.

Ciertas realizaciones son similares a la partición gráfica de un gráfico  $G = (V, E)$  con  $V$  vértices y  $E$  bordes, excepto con ciertos límites definidos por el canal inalámbrico. El problema de partición del gráfico puede tener una complejidad de cálculo correspondiente a NP-completo (similar a un problema de suma de subconjuntos), donde NP se refiere al tiempo polinomial no determinista y, por lo tanto, no puede resolverse. Por lo tanto, un algoritmo según dichas realizaciones puede producir una selección de enlaces subóptima en tiempo real.

El algoritmo tiene ciertas características distintivas, como que es capaz de tener en cuenta las conexiones D2D existentes no controladas. El algoritmo también puede, por ejemplo, operar con datos incompletos y escalar linealmente con el tamaño de la red. En ciertas realizaciones, se pueden imponer restricciones en conexiones D2D seleccionadas para satisfacer los requisitos de calidad de servicio (QoS) individuales.

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman parte de esta memoria y en los que números similares designan partes similares, y en los que se muestran, a modo de ilustración, realizaciones que pueden ponerse en práctica. Se ha de entender que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden realizarse cambios estructurales o lógicos sin apartarse del alcance de la presente descripción. La siguiente descripción detallada, por lo tanto, no debe tomarse en un sentido limitativo, y el alcance de las realizaciones se define en las reivindicaciones anejas y sus equivalentes.

A su vez, varias operaciones pueden describirse como múltiples acciones u operaciones discretas, de la manera que sea más útil para entender la materia objeto reivindicada. Sin embargo, el orden de descripción no debe interpretarse de tal forma que implique que estas operaciones dependen necesariamente del orden. En particular, estas operaciones no pueden realizarse siguiendo el orden de presentación. Las operaciones descritas pueden realizarse en un orden diferente al de la realización descrita. En realizaciones adicionales se pueden realizar diversas operaciones adicionales y/o se pueden omitir operaciones descritas.

Para los fines de la presente descripción, la frase "A y/o B" significa (A), (B) o (A y B). Para los fines de la presente descripción, la frase "A, B y/o C" significa (A), (B), (C), (A y B), (A y C), (B y C), o (A, B y C).

La descripción puede usar las frases "en una realización" o "en realizaciones", que pueden referirse a una o más de las mismas o diferentes realizaciones. Además, los términos "que comprende", "que incluye", "que tienen" y similares, tal como se usan con respecto a las realizaciones de la presente descripción, son sinónimos.

Como se emplea en esta memoria, los términos "módulo" y/o "lógica" pueden referirse, ser parte de, o incluir un circuito integrado de aplicación específica ("ASIC"), un circuito electrónico, un procesador (compartido, dedicado o grupal) y/o memoria (compartida, dedicada o grupal) que ejecuta uno o más programas de software o firmware, un circuito lógico de combinación y/u otros componentes adecuados que proporcionan la funcionalidad descrita.

## 5 II. Ejemplo de WiFi D2D

Para proporcionar una comprensión de alto nivel del sistema de gestión de la contención D2D descrito, a continuación, se analiza un ejemplo de red WiFi D2D. Sin embargo, los expertos en la materia reconocerán que se pueden usar otros protocolos de red (por ejemplo, Bluetooth, NFC, etc.) o combinaciones de protocolos de red.

10 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de una red de comunicación de ejemplo 100 según una realización. La red de comunicación de ejemplo 100 incluye una pluralidad de estaciones base 110, 112 y una pluralidad de UE 113, 114, 116, 118, 120, 122. El término "estación base" como se emplea en esta memoria es un término genérico. Como  
 15 puede ser la utilizada en la arquitectura LTE, las estaciones base 110, 112 pueden ser cada una un NodoB evolucionado (eNodoB). Sin embargo, el término "eNodoB" también es más amplio en algunos sentidos que la estación base convencional, ya que el eNodoB se refiere, en general, a un nodo lógico. El término "estación base" como se emplea en esta memoria incluye una estación base, un Nodo B, un eNodoB u otros nodos específicos de otras arquitecturas.

20 El EUTRAN es una red de comunicación inalámbrica que utiliza la interfaz aérea definida por los estándares LTE y LTE (LTE-A) de 3GPP. El EUTRAN también se conoce como el elemento de trabajo 3GPP sobre la evolución a largo plazo y el acceso radio terrestre universal evolucionado (EUTRA) en los primeros borradores de la especificación LTE de 3GPP. El EUTRAN es un estándar de red de acceso radio destinado a sustituir las tecnologías UMTS, acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA) y acceso de paquetes de  
 25 enlace ascendente de alta velocidad (HSUPA) especificados en la versión 5 de 3GPP y posteriores. El EUTRAN proporciona velocidades de datos más altas, menor latencia y está optimizado para los paquetes de datos.

30 En el ejemplo que se muestra en la FIG. 1, el UE 113 se comunica a través de una red central 126 con un UE 114 ubicado remotamente. El UE 113 está dentro de una zona de cobertura celular de la estación base 110 y el UE 114 está dentro de la cobertura celular de la estación base 112. El UE 113 usa un canal dedicado 128 para comunicarse con la estación base 110, por ejemplo, transmitiendo y/o recibiendo segmentos de la unidad de datos de protocolo (PDU) de control de enlace radio (RLC) y segmentos de la unidad de datos de servicio (SDU). De manera similar, el UE 114 usa un canal dedicado 130 para comunicarse con la estación base 112. Las estaciones base 110 y 112 están conectadas respectivamente a la red central 126 a través de controladores de red radio (no se muestran). En la arquitectura LTE, la red central 126 es un sistema de paquetes evolucionado (EPC). La red central 126 puede  
 35 incluir una pluralidad de servidores (por ejemplo, servidores de operadores de red) y puertas de enlace (por ejemplo, para acceder a Internet 136).

40 En la FIG. 1, los UE 116, 118, 120, 122 han establecido una red WiFi directa ad hoc con los enlaces de comunicación correspondientes. En dicha realización, dos o más de los UE 116, 118, 120, 122 pueden comunicarse directamente entre sí sin implicar puntos de acceso centrales. En el ejemplo que se muestra en la FIG. 1, sin embargo, los UE 120 y 122 también están dentro de una red inalámbrica de área local (WLAN) 132 que incluye un punto de acceso inalámbrico (WAP) 124 configurado para comunicarse mediante un protocolo WiFi. El WAP 124 puede, por ejemplo, proporcionar uno o ambos de los UE 120 y 122 con acceso a Internet 136. Uno o más de los UE 116, 118, 120, 122 también pueden estar en comunicación con al menos una estación base en la red de comunicación 100. Por ejemplo, el UE 116 se muestra con un canal dedicado 134 a la estación base 110.

45 Cuando están dentro del alcance, los UE 116, 118, 120, 122 están configurados para comunicarse entre sí a través de enlaces D2D que utilizan un protocolo basado en la contención ad hoc. En la FIG. 1, por ejemplo, los enlaces D2D pueden activarse entre el UE 116 y los UE 118, 120, entre el UE 118 y el UE 120, entre el UE 120 y el UE 122, y entre el WAP 124 y los UE 120, 122. En ciertas realizaciones, un servidor (que se muestra, por ejemplo, en la FIG. 10) selecciona cuál de los enlaces D2D se activa o desactiva a partir de un análisis de coste/beneficio. El servidor puede, por ejemplo, ser parte de la red central 126 y puede proporcionar ayuda al operador de red para gestionar las comunicaciones entre los UE 116, 118, 120, 122. En otras realizaciones, el servidor puede configurarse para proporcionar servicios basados en la nube a través de Internet 136 para gestionar las comunicaciones entre los UE 116, 118, 120, 122 en la red ad hoc. Todavía en otras realizaciones, uno de los UE 116, 118, 120, 122 y/o el WAP 124 pueden configurarse para gestionar las comunicaciones en la red ad hoc.

50 En ciertas realizaciones, el análisis de coste/beneficio se realiza periódicamente o cuando las condiciones de activación se cumplen a medida que los UE 116, 118, 120, 122 y/o el WAP 124 mueven las ubicaciones. El análisis de coste/beneficio puede incluir la representación de los UE como nodos en un gráfico de red. Por ejemplo, la FIG. 2 ilustra un gráfico de red 200 según una realización de ejemplo. El gráfico de red 200 incluye una colección de nodos WiFi D2D cocanal 210, 212, 214 junto con sus enlaces D2D deseados (mostrados en líneas continuas) y enlaces de  
 55

interferencia no deseados (mostrados en líneas discontinuas). Cualquier línea (independientemente de que sea deseada o no deseada) entre dos nodos indica que los nodos están dentro del alcance WiFi D2D. Por lo tanto, cualquiera de las dos líneas que no tienen puntos finales (nodos) en común, o que no están conectadas a través de otra línea, representan enlaces que pueden ejecutarse en paralelo (es decir, no causan interferencias o colisiones entre sí).

En la FIG. 2, hay ocho enlaces WiFi D2D deseados (mostrados en líneas continuas que representan enlaces activados y desactivados). En este ejemplo, los enlaces activados se pueden agrupar en dos grupos distintos 216, 218. Cualquier enlace de un grupo dado (por ejemplo, el grupo 216) tiene un potencial cero de colisionar con un enlace del otro grupo (por ejemplo, el grupo 218). Por lo tanto, para maximizar el número de enlaces activos sin introducir ninguna contención, solo se activa un enlace deseado de cada grupo (es decir, en la FIG. 2, todos los enlaces activos excepto uno de cada grupo están desactivados y los enlaces inactivos permanecen inactivos).

Sin embargo, debido a que el rendimiento total de la red WiFi D2D aumenta inicialmente con el número de enlaces D2D localmente activos (antes de disminuir debido a la contención perjudicial), puede ser conveniente activar todos los enlaces deseados dentro de cada grupo simultáneamente mientras se dejan los enlaces que hacen que la interferencia entre grupos sea inactiva (es decir, como en la FIG. 2) para maximizar el rendimiento de la red. Esto puede resultar en una contención manejable y un rendimiento máximo dentro de cada grupo 216, 218. Además, debido a que los grupos 216, 218 no bloquean mutuamente las transmisiones, su rendimiento puede ser aditivo. Por otro lado, si se activa alguno de los enlaces desactivados, terminarán bloqueando las transmisiones de ambos grupos, lo que puede resultar en una disminución del rendimiento de la red. Ciertas realizaciones descritas en la presente memoria analizan estas ganancias y pérdidas de rendimiento y determinan qué enlaces activar simultáneamente.

### III. Sistema de gestión de la contención D2D de ejemplo

Una colección de nodos, sus enlaces D2D deseados y sus enlaces de interferencia no deseados constituyen un gráfico de red  $G$ , donde los vértices son los nodos y los bordes son los enlaces (véase la FIG. 2). En ciertas realizaciones, el gráfico de red  $G$  puede tomar cualquier forma. En otras realizaciones, sin embargo, la forma o definición del gráfico de red  $G$  puede incluir una o más restricciones. Por ejemplo, la FIG. 3 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 300 para definir un gráfico de red  $G$  según una realización. El procedimiento 300 incluye definir 310 un único enlace potencial entre dos nodos cualquiera (es decir, un borde entre dos vértices solo puede tener una multiplicidad de uno), definir 312 todos los bordes como enlaces no direccionales, determinar 314 un número finito de vértices para el gráfico de red  $G$ , y eliminar 316 vértices aislados (por ejemplo, desde el punto de vista de la red, los vértices aislados no tienen pareja y, por lo tanto, no son de interés).

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 400 para la gestión de la contención D2D según una realización. El procedimiento 400 aumenta o maximiza el rendimiento de la red D2D al mismo tiempo que cumple con un conjunto de condiciones predefinidas. Las condiciones predefinidas pueden incluir, por ejemplo, un requisito de fluctuación de fase, un requisito de retardo, un requisito de consumo energético del UE, un requisito de rendimiento, otros requisitos de calidad de servicio (QoS) y combinaciones de los anteriores. En una realización, por ejemplo, se determina que un enlace potencial cumple con un valor umbral mínimo antes de considerar su activación. El rendimiento de la red D2D es la suma del rendimiento de todos los enlaces D2D activos, donde el rendimiento de un enlace  $L_i$  dado se define como  $T_i = 1/N_i$  y  $N_i$  = número de enlaces D2D activos que interfieren con él.

El procedimiento 400 determina 410 un conjunto  $R$  de enlaces D2D deseados  $L_i$ , que se compone de los enlaces D2D existentes (que podrían continuar o finalizar), así como los enlaces D2D solicitados. Dado el conjunto  $R$  de los enlaces D2D deseados, el procedimiento 400 intenta activar un grupo de enlaces del conjunto  $R$  que da como resultado la suma del rendimiento mayor cuando se activan simultáneamente. En muchos casos, el conjunto  $R$  es un subconjunto de todos los enlaces en el gráfico de red  $G$ . En ciertas realizaciones, no se permite que se activen enlaces fuera del conjunto  $R$ , y no se requiere que se activen enlaces del conjunto  $R$ . Además, como se comenta a continuación, también se puede especificar un conjunto  $Z$  de enlaces corruptos siempre activos y sin gestionar. El conjunto  $Z$  de enlaces corruptos y sin gestionar puede, por ejemplo, incluir enlaces entre nodos en la red ad hoc que no tienen la capacidad de comunicarse con la red central 126 (por ejemplo, nodos que no están asociados con el operador de la red celular).

El procedimiento 400 calcula 412 un coste  $C_i$  de cada enlace  $L_i$  en el conjunto  $R$  basado en el número potencial de enlaces con que el enlace particular  $L_i$  puede interferir, si está activado. A continuación, cada enlace se evalúa en orden de coste ascendente para determinar si cumple con las condiciones predefinidas y si su activación aumentará o disminuirá el rendimiento de la red D2D. Si va a aumentar el rendimiento, se activará, de lo contrario no se considerará su activación hasta que el algoritmo vuelva a ejecutarse.

Como se muestra en la FIG. 4, el procedimiento 400 selecciona 414 el enlace  $L_i$  con el menor coste  $C_i$ , y pregunta 416 si el enlace seleccionado  $L_i$  cumple con las condiciones predefinidas. Si el enlace seleccionado  $L_i$  cumple con las condiciones predefinidas, el procedimiento 400 consulta 418 si el enlace seleccionado  $L_i$  aumenta el rendimiento. Si el enlace seleccionado  $L_i$  aumenta el rendimiento, el procedimiento 400 activa 420 el enlace seleccionado  $L_i$  (o

5 mantiene un enlace ya activo en el estado activo), y selecciona 422 el siguiente enlace  $L_i$  con el menor coste  $C_i$ . Si, por otro lado, el enlace seleccionado  $L_i$  no cumple con las condiciones predefinidas o no aumenta el rendimiento, entonces el procedimiento 400 desactiva 424 el enlace seleccionado  $L_i$  (si ya está activo) antes de seleccionar el siguiente enlace  $L_i$  con el menor coste  $C_i$ . Después de seleccionar el siguiente enlace  $L_i$  con el menor coste  $C_i$ , el procedimiento 400 repite el procedimiento de consultar 416, 418 y activar 420 o desactivar 424 el enlace recién seleccionado  $L_i$  con el menor coste.

10 La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento 500 para la gestión de la contención D2D según una realización. Como se ha comentado anteriormente con respecto a la FIG. 4, el procedimiento 500 determina un conjunto R de enlaces D2D deseados  $L_i$ . Además, el procedimiento 500 determina un conjunto Z de enlaces D2D corruptos. Para cada enlace  $L_i \in R$  (cada enlace  $L_i$  del conjunto R), el procedimiento 500 calcula 510 un coste de enlace  $C_i =$  número total de enlaces en R que interferirían con  $L_i$  si fueran activados. Estos son enlaces del conjunto R para los cuales al menos un punto final (es decir, el vértice) es el mismo o adyacente a cualquiera de los puntos finales  $L_i$  (donde la adyacencia se define por los bordes en el gráfico de red G). Dos vértices son "adyacentes" si hay un borde entre ellos.

15 El procedimiento 500 también incluye introducir 512 todos los enlaces  $L_i$  en una lista P por orden de coste ascendente e inicializar 513 las siguientes variables de estado: umbral vecino activo  $H = 0$ ; un conjunto A de enlaces activados = el conjunto Z de enlaces corruptos siempre activos y sin gestionar; y una suma del rendimiento de todos los enlaces activados  $t = 0$ . El umbral vecino activo H es una variable incremental para contabilizar los enlaces corruptos activos en el conjunto Z y cualquier otro enlace previamente activado en el conjunto A.

20 El procedimiento 500 también incluye un subprocedimiento que comprende seleccionar 514 el primer enlace  $L_i \in P$ , establecer 516 una variable  $W_i$  que es el número de enlaces del conjunto A con que el enlace seleccionado  $L_i$  interferiría si estuviera activo, y determinar 516 si  $W_i > H$ . Si  $W_i > H$ , entonces el subprocedimiento incluye consultar 524 si se debe seleccionar un enlace siguiente  $L_i \in P$ . Si existe un siguiente enlace  $L_i \in P$  (por ejemplo, con el siguiente coste de enlace más bajo  $C_i$ ), el subprocedimiento selecciona el siguiente enlace  $L_i \in P$  para procesar mediante el subprocedimiento (por ejemplo, dejando 516 que la variable  $W_i$  sea el número de enlaces del conjunto A con que el siguiente enlace seleccionado  $L_i$  interferiría si estuviera activo). A los efectos de análisis, una vez que se selecciona el siguiente enlace, la referencia al enlace seleccionado  $L_i$  en el procedimiento 500 se refiere al enlace actual o siguiente seleccionado.

30 Si la variable  $W_i$  es menor o igual que el umbral vecino activo H, el subprocedimiento incluye consultar 520 si el enlace seleccionado  $L_i$  cumple con las condiciones predefinidas, tal como se ha mencionado anteriormente. Si el enlace seleccionado  $L_i$ , no cumple con las condiciones predefinidas, el subprocedimiento incluye eliminar 522 el enlace seleccionado  $L_i$  de la lista P y, si procede, selecciona un siguiente enlace  $L_i \in P$  para procesar mediante el subprocedimiento. Sin embargo, si el enlace seleccionado  $L_i$ , cumple con las condiciones predefinidas, el subprocedimiento incluye establecer 526 la suma del rendimiento siguiente  $t' =$  la suma del rendimiento del enlace seleccionado  $L_i$  más todos los enlaces del conjunto A si se activaran simultáneamente, y consultar 528 si  $t' \geq t$ .

40 Si la suma del rendimiento siguiente  $t'$  es menor que la suma del rendimiento anterior t, el subprocedimiento incluye eliminar 522 el enlace seleccionado  $L_i$  de la lista P antes de seleccionar un siguiente enlace  $L_i \in P$  para procesar mediante el subprocedimiento. Sin embargo, si  $t' \geq t$ , el subprocedimiento incluye establecer 530  $A = A \cup L_i$  y  $t = t'$  antes de eliminar 522 el enlace seleccionado  $L_i$  de la lista P y seleccionar, si procede, un próximo enlace  $L_i \in P$  para procesar mediante el subprocedimiento.

45 Si consultar 524 si se debe seleccionar un próximo enlace  $L_i \in P$  resulta en determinar que no existe un siguiente enlace  $L_i \in P$  que no se ha procesado todavía para el valor actual del umbral vecino activo H, entonces el subprocedimiento incluye consultar 532 si  $P = \emptyset$ , donde  $\emptyset$  es el conjunto vacío (por ejemplo, la lista P incluye enlaces que se han procesado previamente para un el valor anterior de H, pero no se ha eliminado de la lista P para permitir el procesamiento posterior de uno o más otros valores H). Si  $P \neq \emptyset$  el subprocedimiento incluye establecer 534  $H = H + 1$  y repetir el subprocedimiento para los enlaces que quedan en la lista P. Sin embargo, si  $P = \emptyset$  entonces el procedimiento incluye emitir 536 el conjunto A como la colección de enlaces D2D que se deben activar.

En ciertas realizaciones, el subprocedimiento puede resumirse de la siguiente manera:

Empezar con el primer enlace  $L_i \in P$ :

50 Establecer  $W_i$  en el número de enlaces del conjunto A con que  $L_i$  interferiría si se activara;

si  $W_i > H$ , ir al siguiente enlace  $L_i$  de la lista P y establecer  $W_i$  en el número de enlaces del conjunto A con el que este enlace interferiría si se activara;

Si no se cumple alguna condición predefinida, elimine  $L_i$  de la lista P e ir al siguiente enlace  $L_i$  de la lista P y establecer  $W_i$  en el número de enlaces del conjunto A con el que este enlace interferiría si se activara;

establecer  $t' =$  suma del rendimiento del enlace  $L_i$  y todos los enlaces del conjunto A si fueran activados simultáneamente;

si  $t' \geq t$ , entonces establecer

$A = A \cup L_i$ , (donde  $\cup$  representa una unión), y

5  $t = t'$ ;

eliminar el enlace  $L_i$  de la lista P e ir al siguiente enlace  $L_i$  de la lista P;

si  $P \neq \emptyset$  (donde  $\emptyset$  es un conjunto vacío), entonces establecer  $H = H + 1$  y

repetir el procedimiento

10 El conjunto A es la colección de enlaces D2D activados. La suma del rendimiento  $= t$ . El procedimiento es estable y su complejidad global es  $O(L \cdot \text{media de clases de vértices})$  para la etapa de estimación del coste y  $O(L \cdot R)$  para la etapa de activación del enlace.

#### IV. Ejemplo de resultados

15 A modo de ilustración, se probó una realización de ejemplo en un entorno envolvente de tamaño 500 m x 500 m con hasta sesenta (60) nodos de origen D2D. Un nodo de origen es un nodo con tráfico para enviar. El entorno de propagación en este ejemplo es urbano sin línea de visión, y se supone que la altura de la antena es de 1,5 m. Los nodos de origen D2D se despliegan de forma aleatoria pero uniformemente en todo el entorno. A cada origen en este ejemplo se le da exactamente un nodo de destino, que se selecciona aleatoriamente de todos los nodos dentro del alcance D2D. Para asegurar el emparejamiento de todos los orígenes, se elimina un número suficientemente grande de posibles nodos de destino en el entorno. Obsérvese que otros nodos de origen también se pueden seleccionar como destinos.

25 El protocolo de control de acceso al medio (MAC) utilizado en este ejemplo es IEEE 802.11-2012 con la señal de petición para enviar/listo para enviar (RTS-CTS) habilitada. Esta realización de ejemplo no usa múltiple entrada y múltiple salida (MIMO), y la función de evaluar la disponibilidad de canal tiene un umbral de aproximadamente -76 dBm. El ruido de fondo del sistema en este ejemplo se elige para que sea aproximadamente de -100 dBm. El patrón de tráfico es una cola saturada con un tamaño máximo de oportunidad de transmisión de aproximadamente 1300 ms.

Un objetivo de esta realización de ejemplo es minimizar el retardo MAC del usuario y el consumo energético al mismo tiempo que se maximiza el rendimiento total de la red. Por lo tanto, el algoritmo puede ejecutarse bajo la siguiente condición predefinida: ningún enlace activo puede competir con (es decir, bloquear) otro enlace activo.

30 La FIG. 6 es un gráfico que ilustra el retardo frente al número de enlaces D2D potenciales según la realización de ejemplo. Como la FIG. 6 muestra, la mejora del rendimiento en el promedio de retardo MAC del usuario desde la gestión de red aumenta con el número de enlaces D2D potenciales, pero es significativo en todos los números de enlaces D2D. Por ejemplo, cuando hay sesenta (60) enlaces D2D en el despliegue, esta realización de ejemplo reduce el promedio de retardo MAC del usuario en más de la mitad. Pero incluso con números de enlace D2D bajos (por ejemplo, unos 10 enlaces), el retardo MAC promedio se reduce en más de un tercio.

40 La FIG. 7 es un gráfico que ilustra el consumo energético frente al número de enlaces potenciales según la realización de ejemplo. La FIG. 7 muestra que con sesenta (60) enlaces D2D potenciales en el despliegue, el consumo energético promedio del usuario cuando todos los enlaces están activados es de casi 0,2 julios/Mbit. En comparación, cuando se activan solo los enlaces seleccionados según las realizaciones descritas, este valor disminuye a poco más de 0,08 julios/Mbit. Esto supone una reducción del consumo energético promedio en casi el 60%.

45 Estas mejoras de retardo y energía son útiles porque, al menos en parte, la realización de ejemplo mantiene (y mejora) al mismo tiempo el rendimiento total de la red D2D. Por ejemplo, la FIG. 8 es un gráfico que ilustra el rendimiento frente al número de enlaces según la realización de ejemplo. La FIG. 8 muestra que cuando la realización de ejemplo activa un subconjunto de enlaces D2D (en lugar de todos ellos) en un esfuerzo por reducir el promedio de retardo MAC del usuario y el consumo energético, la realización de ejemplo realmente aumenta el rendimiento global de la red D2D. Por lo tanto, las realizaciones descritas en este documento pueden conseguir mejoras significativas en el retardo y la energía sin sacrificar el rendimiento de la red.

#### V. Dispositivos de ejemplo

50 La FIG. 9 proporciona una ilustración de ejemplo de un dispositivo móvil, como puede ser un equipo de usuario (UE), una estación móvil (MS), un dispositivo móvil inalámbrico, un dispositivo de comunicación móvil, una tableta, un auricular telefónico u otro tipo de dispositivo móvil inalámbrico. El dispositivo móvil puede incluir una o más antenas configuradas para comunicarse con una estación de transmisión, como una estación base (BS), un nodo evolucionado B (eNB), una unidad de banda base (BBU), un cabezal de radio remoto (RRH), un equipo de radio

remoto (RRE), una estación retransmisora (RS), un equipo de radio (RE) u otro tipo de punto de acceso a la red de área amplia inalámbrica (WWAN). El dispositivo móvil puede configurarse para comunicarse mediante, al menos, un estándar de comunicación inalámbrica que incluye LTE 3GPP, LTE-A, WiMAX, acceso de paquetes a alta velocidad (HSPA), Bluetooth y WiFi. El dispositivo móvil puede comunicarse mediante antenas separadas para cada estándar de comunicación inalámbrica o antenas compartidas para múltiples estándares de comunicación inalámbrica. El dispositivo móvil puede comunicarse en una red inalámbrica de área local (WLAN), una red de área personal inalámbrica (WPAN) y/o una WWAN.

La FIG. 9 también proporciona una ilustración de un micrófono y uno o más altavoces que pueden utilizarse para la entrada y salida de audio desde el dispositivo móvil. La pantalla de visualización puede ser una pantalla de pantalla de cristal líquido (LCD) u otro tipo de pantalla como una pantalla de diodo emisor de luz orgánico (OLED). La pantalla de visualización se puede configurar como una pantalla táctil. La pantalla táctil puede usar tecnología capacitiva, resistiva u otro tipo de tecnología de pantalla táctil. Un procesador de aplicaciones y un procesador de gráficos se pueden acoplar a la memoria interna para proporcionar capacidades de procesamiento y visualización. Un puerto de memoria no volátil también se puede usar para proporcionar opciones de entrada/salida de datos a un usuario. El puerto de memoria no volátil también puede usarse para ampliar las capacidades de memoria del dispositivo móvil. Un teclado puede integrarse con el dispositivo móvil o conectarse de forma inalámbrica con el dispositivo móvil para proporcionar una entrada de usuario adicional. También se puede proporcionar un teclado virtual mediante la pantalla táctil.

En una realización, el dispositivo móvil mostrado en la FIG. 1 incluye un UE con una primera radio para comunicarse con un nodo evolucionado B (eNB) en una red de evolución a largo plazo (LTE) o LTE avanzada (LTE-A) del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP), una segunda radio para comunicarse con dispositivos inalámbricos en una red ad hoc a través de las rutas de comunicación respectivas y un procesador. El procesador está configurado para medir la interferencia que cada una de las rutas de comunicación añade a la red ad hoc. El procedimiento también está configurado para transmitir, a través de la primera radio a un sistema de operadores, una indicación de cada una de las rutas de comunicación y su interferencia correspondiente. El procesador también está configurado para comunicarse selectivamente con los dispositivos inalámbricos en la red ad hoc mediante las rutas de comunicación a partir de las instrucciones recibidas a través de la primera red del sistema de operadores.

En ciertas realizaciones de este tipo, en las que para medir la interferencia que una ruta de comunicación particular añade a la red ad hoc, el procesador está configurado además para activar la ruta de comunicación particular, y determinar varias otras rutas de comunicación activas en la red ad hoc con las que interfiere la ruta de comunicación particular. El procesador también puede determinar un rendimiento de la ruta de comunicación particular como una inversa del número de las otras rutas de comunicación activas en la red ad hoc con las que interfiere la ruta de comunicación particular. El procesador también puede transmitir, a través de la primera radio al sistema de operadores, el rendimiento de la ruta de comunicación particular.

Además, o en otras realizaciones, el procesador está configurado además para medir una condición predefinida seleccionada de entre un grupo que comprende fluctuación de fase, retardo, consumo energético del UE, rendimiento y calidad de servicio (QoS). El procesador en dichas realizaciones también puede transmitir, a través de la primera radio al sistema de operadores, la condición medida predefinida.

Además, o en otras realizaciones, el UE incluye al menos una primera antena configurada para transmitir y recibir las primeras señales inalámbricas a través de la primera radio, y al menos una segunda configurada para transmitir y recibir las segundas señales inalámbricas a través de la segunda radio.

La FIG. 10 es un diagrama de bloques simplificado de un servidor configurado para gestionar el tráfico de la red según una realización. El tráfico de red puede, por ejemplo, descargarse de una red celular inalámbrica a una red basada en la contención de dispositivo a dispositivo (D2D). El servidor incluye un procesador y un gestor de contención D2D. El gestor de contención D2D incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador, gestionan las comunicaciones entre equipos de usuario (UE) en la red basada en la contención D2D. Al menos dos de los UE pueden configurarse para comunicarse entre sí de manera selectiva a través de una red central de la red celular inalámbrica y a través de la red basada en la contención D2D. El gestor de contención D2D está configurado para definir un primer conjunto de enlaces de la red basada en la contención D2D, y para cada enlace del primer conjunto, calcular un coste de enlace correspondiente al número de otros enlaces del primer conjunto con el que entra en conflicto/contienda. El gestor de contención D2D también está configurado para, por orden de coste de enlace ascendente, evaluar cada enlace del primer conjunto y seleccionar un segundo conjunto de enlaces entre el primer conjunto que, una vez activado, aumenta la suma del rendimiento de los paquetes de datos comunicados entre los UE. El gestor de contención D2D también está configurado para comunicar un mensaje a los UE que activa el segundo conjunto de enlaces.

En ciertas realizaciones de este tipo, el segundo conjunto de enlaces, cuando se activa, satisface una o más condiciones de rendimiento predefinidas asociadas con los UE que se comunican a través de la red central.

En una realización, el servidor está configurado para operar en la red central de la red celular inalámbrica. El servidor, por ejemplo, puede incluir además una interfaz de operador de red para proporcionar ayuda al operador de



red y establecer al menos uno de los enlaces del segundo conjunto. En otra realización, el servidor está configurado para proporcionar un servicio basado en la nube para gestionar las comunicaciones entre los UE en la red basada en la contención D2D.

5 En ciertas realizaciones, el gestor de contención D2D está configurado para definir el primer conjunto de enlaces mediante el modelado de los UE en la red basada en la contención D2D en un gráfico de red con un único enlace potencial entre cualquiera de los dos UE. Los vértices del gráfico de red representan los UE. El gestor de contención D2D puede configurarse para definir los bordes en el gráfico de red como enlaces no direccionales, determinar un número finito de vértices para el gráfico de red y eliminar vértices aislados del gráfico de red.

10 En ciertas realizaciones del servidor, el coste del enlace para un enlace "L<sub>i</sub>" del primer conjunto comprende un número total de enlaces del primer conjunto con los que interfiere, si el enlace L<sub>i</sub> está activado. Para evaluar cada enlace del primer conjunto y seleccionar el segundo conjunto, el gestor de contención D2D está configurado para introducir los enlaces del primer conjunto en una lista "P" por orden de coste ascendente del enlace. A continuación, crea un conjunto "A" de todos los enlaces activados y lo inicializa en un conjunto "Z", donde el conjunto Z incluye los enlaces corruptos activos entre nodos sin gestionar en la red basada en la contención D2D. El gestor de contención D2D está además configurado para inicializar un umbral vecino activo "H" a un primer valor preestablecido. El umbral vecino activo H incluye una variable incremental para contabilizar los enlaces corruptos activos en el conjunto Z y cualquier otro enlace previamente activado en el conjunto A. El gestor de contención D2D además está configurado para establecer una suma del rendimiento inicial "t" a un segundo valor preestablecido.

20 Las técnicas introducidas anteriormente pueden implementarse mediante circuitería programable programada o configurada por software y/o firmware, o pueden implementarse completamente mediante circuitería cableada de propósito especial, o en una combinación de dichas formas. Dichos circuitería de propósito especial (si la hay) puede tener la forma de, por ejemplo, uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), dispositivos lógicos programables (PLD), matriz de puertas programables por campo (FPGA), etc.

25 El software o firmware para implementar las técnicas introducidas en la presente memoria puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por máquina y puede ser ejecutado por uno o más microprocesadores programables de propósito general o de propósito especial. Un "medio legible por máquina", como se emplea en la presente memoria, incluye cualquier mecanismo que pueda almacenar información de forma que sea accesible por una máquina (una máquina puede ser, por ejemplo, un ordenador, dispositivo de red, teléfono celular, PDA), herramienta de fabricación, cualquier dispositivo con uno o más procesadores, etc.). Por ejemplo, un medio accesible por máquina incluye medios grabables/no grabables (por ejemplo, memoria de solo lectura (ROM); memoria de acceso aleatorio (RAM); medios de almacenamiento en disco magnético; medios de almacenamiento óptico; dispositivos de memoria flash, etc.), etc.

El término "lógica", como se emplea en esta memoria, puede incluir, por ejemplo, circuitería, software y/o firmware cableado de propósito especial junto con circuitería programable, o una combinación de los mismos.

35 Los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse muchos cambios en los detalles de las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse de los principios subyacentes de la invención. El alcance de la presente invención debería, por lo tanto, estar determinado únicamente por las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un servidor para gestionar el tráfico de la red descargado desde una red celular inalámbrica a una red basada en la contención D2D de dispositivo a dispositivo, el servidor que comprende:
- 5 un procesador; y
- un gestor de contención D2D que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador, gestionan las comunicaciones entre los equipos de usuario, UE, (113, 114) en la red basada en la contención D2D, al menos dos de los UE configurados para comunicarse de forma selectiva a través de una red central (126) de la red celular inalámbrica y, a través de la red basada en la contención D2D, el gestor de contención D2D está configurado para:
- 10 definir un primer conjunto de enlaces en la red basada en la contención D2D;
- para cada enlace del primer conjunto, calcular un coste de enlace correspondiente a un conflicto con uno o más enlaces del primer conjunto;
- 15 por orden de coste de enlace ascendente, evaluar cada enlace en el primer conjunto para seleccionar un segundo conjunto de enlaces entre el primer conjunto que, una vez activado, aumenta la suma del rendimiento de los paquetes de datos comunicados entre los UE (113, 114); y
- comunicar un mensaje a los UE (113, 114) para activar el segundo conjunto de enlaces durante un período de descarga.
2. El servidor de la reivindicación 1, en el que el segundo conjunto de enlaces, cuando se activa, satisface una o más condiciones de rendimiento predefinidas asociadas con los UE (113, 114) que se comunican a través de la red central (126).
3. El servidor de la reivindicación 2, en el que la o más condiciones de rendimiento predefinida/s comprenden al menos un parámetro seleccionado de entre un grupo que comprende fluctuación de fase, retardo, consumo energético del UE, rendimiento y calidad de servicio, QoS.
- 25 4. El servidor de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el servidor está configurado para operar en la red central (126) de la red celular inalámbrica, el servidor que además comprende una interfaz de operador de red para proporcionar ayuda al operador de red a la hora de establecer al menos uno de los enlaces del segundo conjunto.
5. El servidor de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el servidor está configurado para proporcionar un servicio basado en la nube para gestionar las comunicaciones entre los UE en la red basada en la contención D2D.
- 30 6. El servidor de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el gestor de contención D2D está configurado para representar el primer conjunto de enlaces como un gráfico de red, en el que los vértices del gráfico de red representan los puntos finales del UE del primer conjunto de enlaces en la red basada en la contención D2D y los bordes del gráfico de red representan enlaces, en el que solo puede haber un enlace potencial entre dos UE, y en el que el gestor de contención D2D está configurado para:
- 35 definir los bordes en el gráfico de red como enlaces no direccionales;
- determinar un número finito de vértices para el gráfico de red; y
- eliminar los vértices aislados del gráfico de red.
7. El servidor de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el coste del enlace para un primer enlace "L<sub>i</sub>" del primer conjunto comprende el número total de enlaces del primer conjunto con los que interfiere, si el primer enlace L<sub>i</sub> está activado.
- 40 8. El servidor de la reivindicación 7, en el que para evaluar cada enlace del primer conjunto y seleccionar el segundo conjunto, el gestor de contención D2D está configurado para:
- introducir los enlaces del primer conjunto en una lista "P" por orden de coste ascendente del enlace;
- 45 inicializar un conjunto "A" de enlaces activados a un conjunto "Z" que comprende enlaces corruptos activos entre nodos sin gestionar en la red basada en la contención D2D;
- inicializar un umbral vecino activo "H" a un primer valor preestablecido, el umbral vecino activo H que comprende una variable incremental que contabiliza los enlaces corruptos activos del conjunto Z y cualquier otro enlace previamente activado en el conjunto A; y

establecer la suma del rendimiento inicial "t" a un segundo valor preestablecido.

9. El servidor de la reivindicación 8, en el que el gestor de contención D2D está configurado además para ejecutar un subprocedimiento que comprende:

determinar un número de enlaces "W<sub>i</sub>" del conjunto A con los que el primer enlace L<sub>i</sub> interfiere, cuando se activa;

- 5 si el número de enlaces W<sub>i</sub> es menor que el umbral vecino activo H, y si se cumplen las condiciones de rendimiento predefinidas asociadas con los UE cuando el primer enlace L<sub>i</sub> está activo, entonces:

establecer la suma del rendimiento siguiente "t'" igual a la suma del rendimiento del primer enlace L<sub>i</sub> y el rendimiento de los enlaces activados en el conjunto A;

- 10 si la suma del rendimiento siguiente t' es mayor o igual que la suma del rendimiento inicial t, entonces se añade el primer enlace L<sub>i</sub> al conjunto A de enlaces activados y se establece t = t'; y

eliminar el primer enlace L<sub>i</sub> de la lista P y seleccionar el enlace L<sub>i+1</sub> siguiente de la lista P para evaluar según el subprocedimiento;

si el número de enlaces W<sub>i</sub> es mayor que el umbral vecino activo H, se selecciona el enlace L<sub>i+1</sub> siguiente de la lista P para evaluar según el subprocedimiento; y

- 15 si la condición de rendimiento predefinida asociada con los UE (113, 114) no se cumple cuando el primer enlace L<sub>i</sub> está activo, eliminar el primer enlace L<sub>i</sub> de la lista P y seleccionar el siguiente enlace L<sub>i+1</sub> de la lista P para evaluar según el subprocedimiento.

10. El servidor de la reivindicación 9, en el que el gestor de contención D2D está además configurado para:

incrementar el umbral vecino activo H de manera que  $H = H + 1$ ;

- 20 si la lista P  $\neq \emptyset$ , donde  $\emptyset$  es un conjunto vacío, repetir el subprocedimiento para los enlaces restantes de la lista P; y

si la lista P =  $\emptyset$ , seleccionar el conjunto A como el segundo conjunto de enlaces que se deben activar durante el período de descarga.

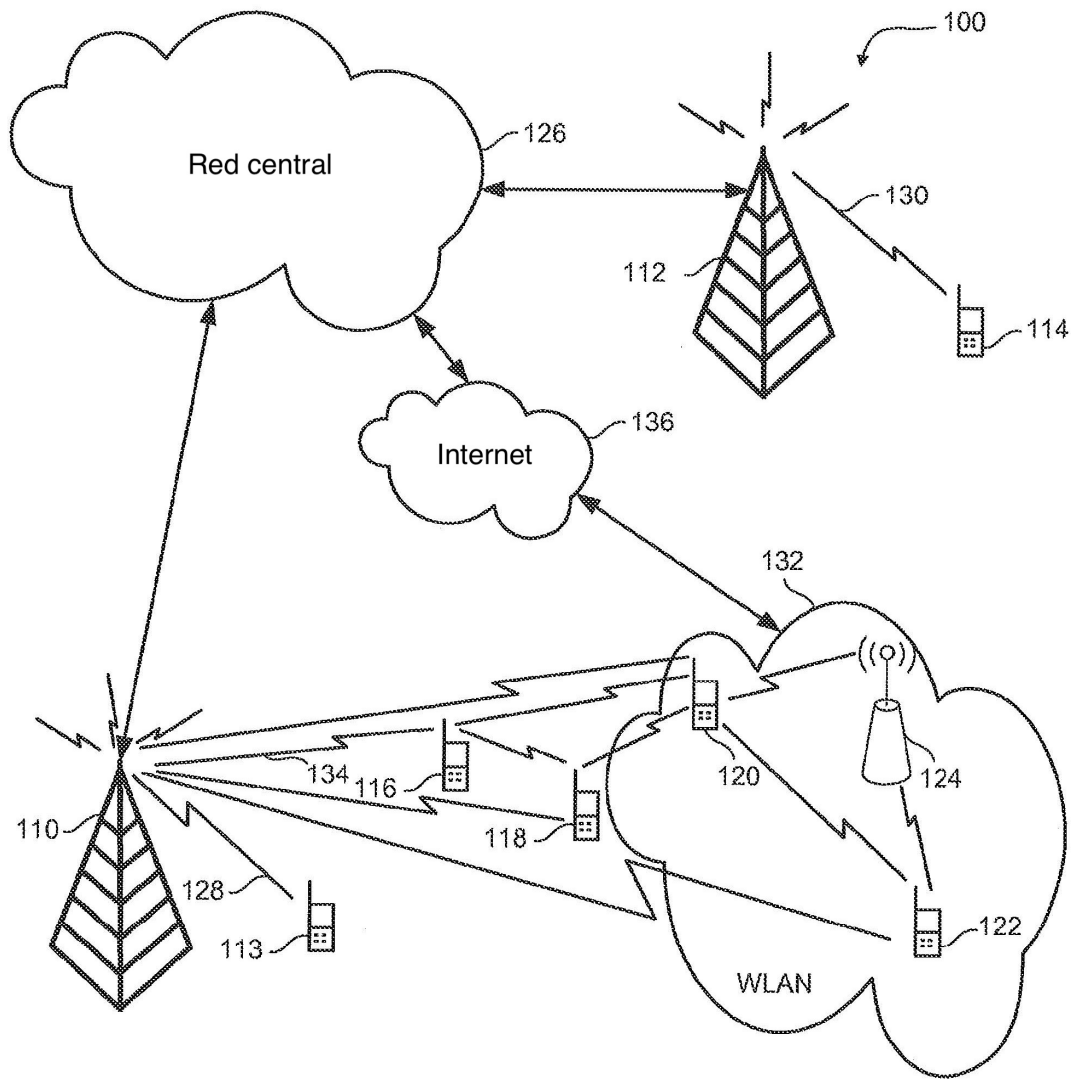


FIG. 1

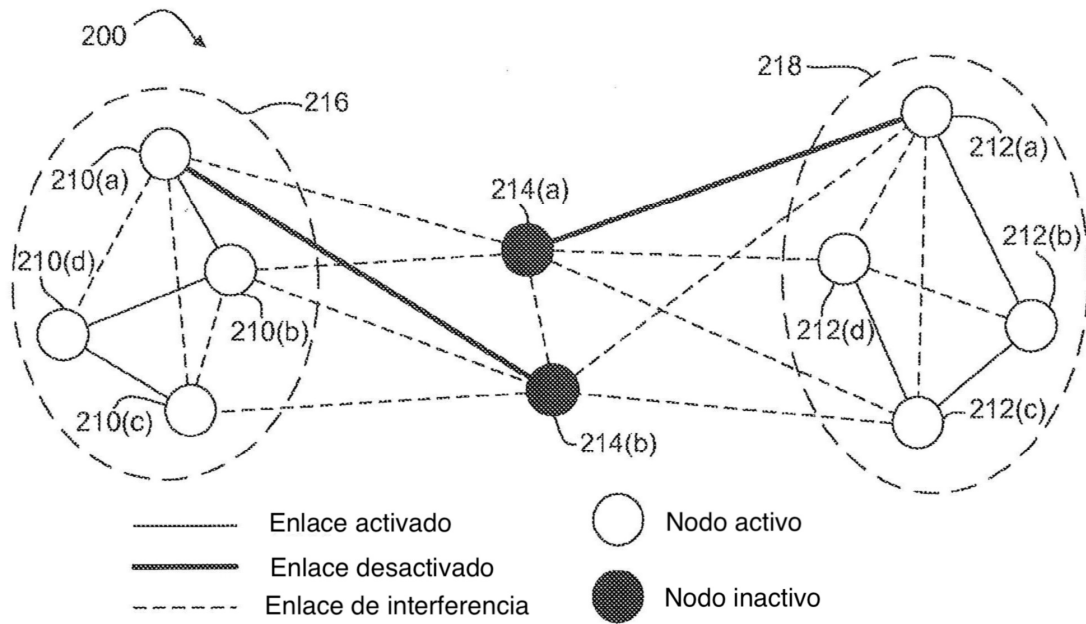


FIG. 2

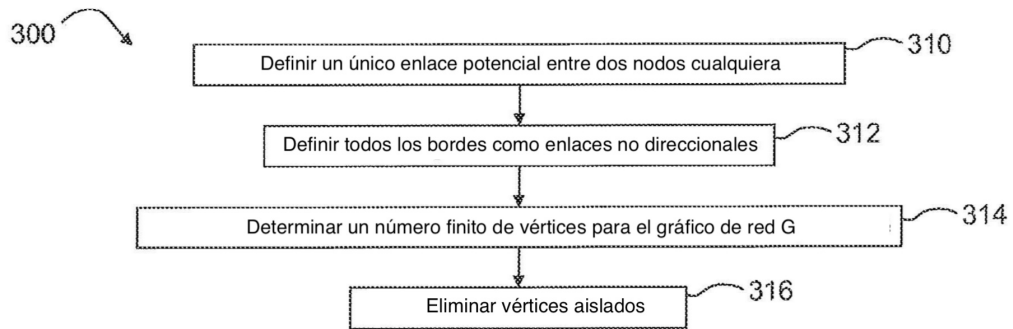


FIG. 3

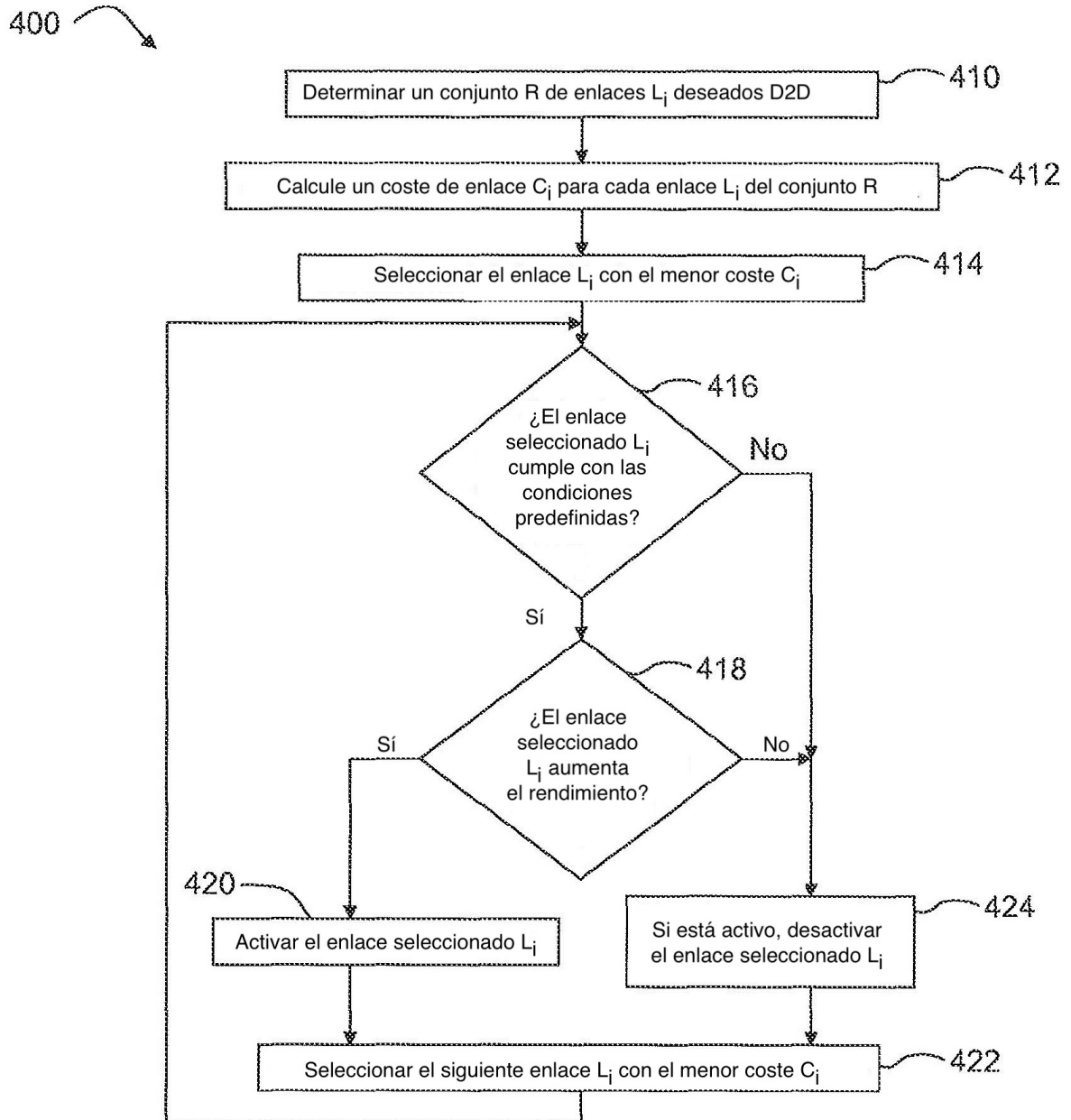


FIG. 4

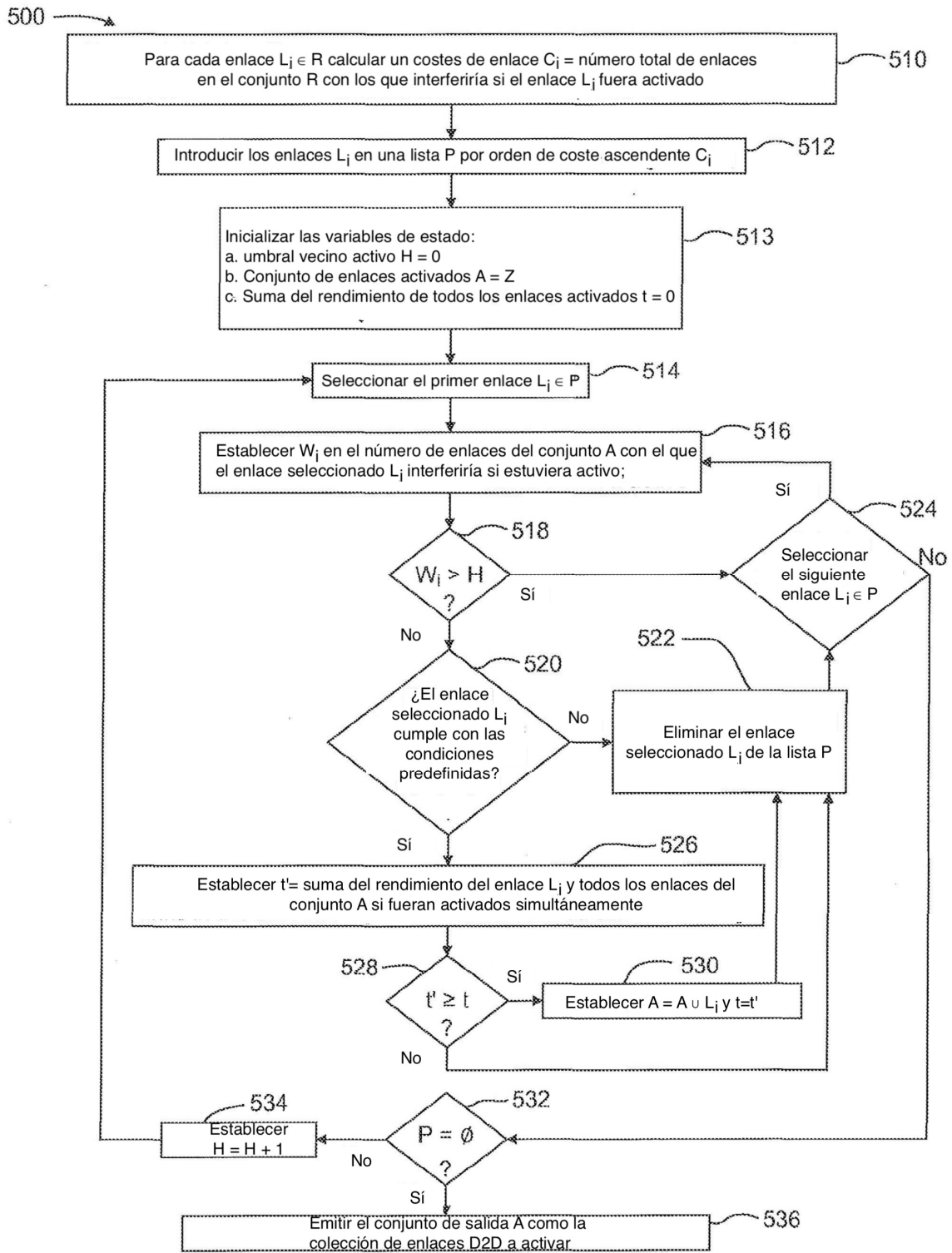


FIG. 5

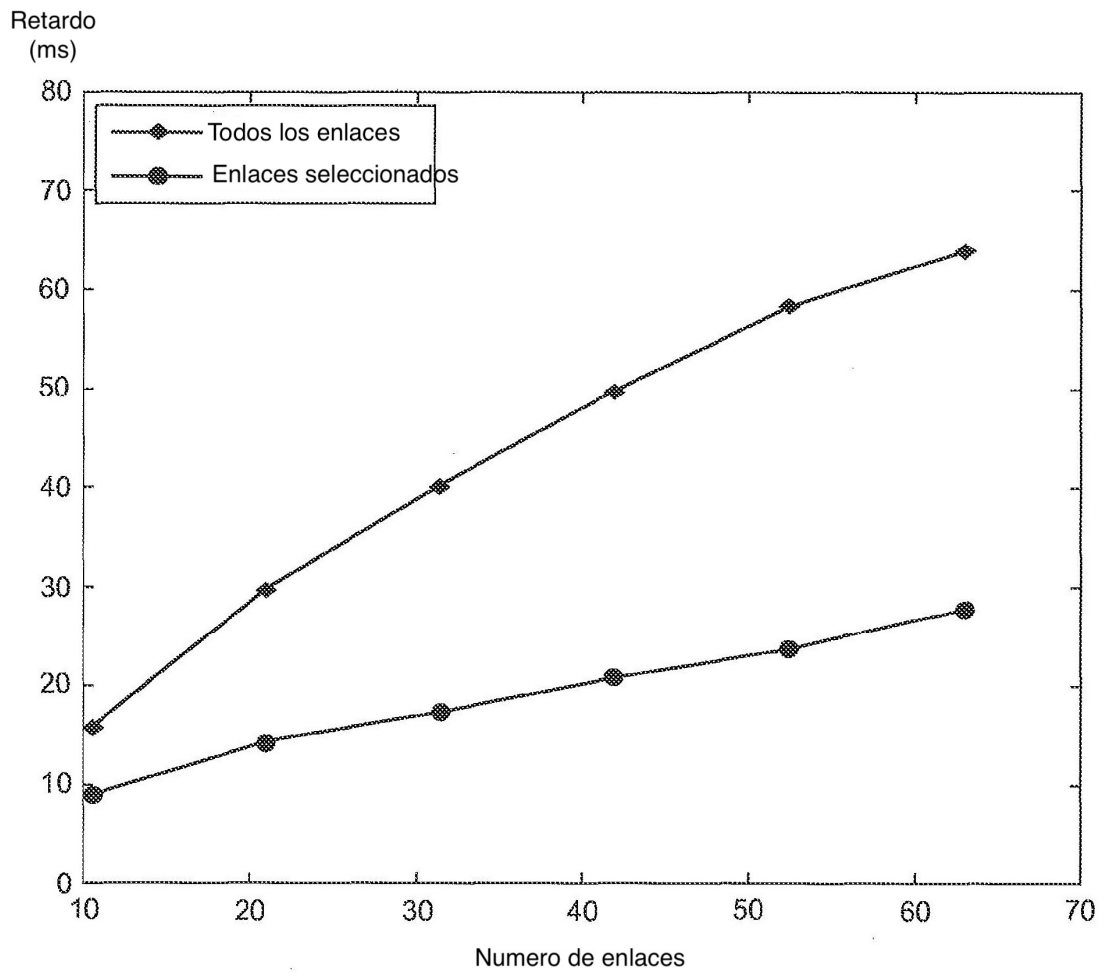


FIG. 6



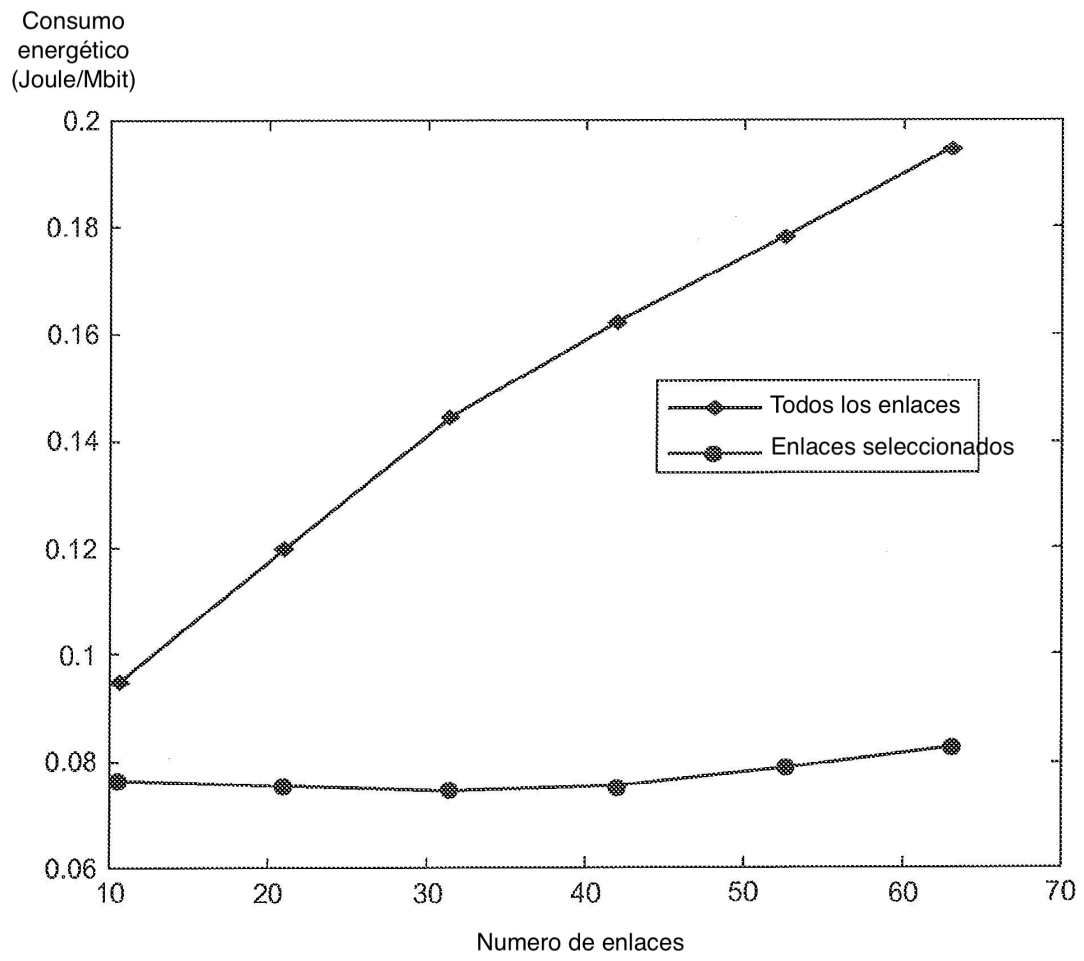


FIG. 7

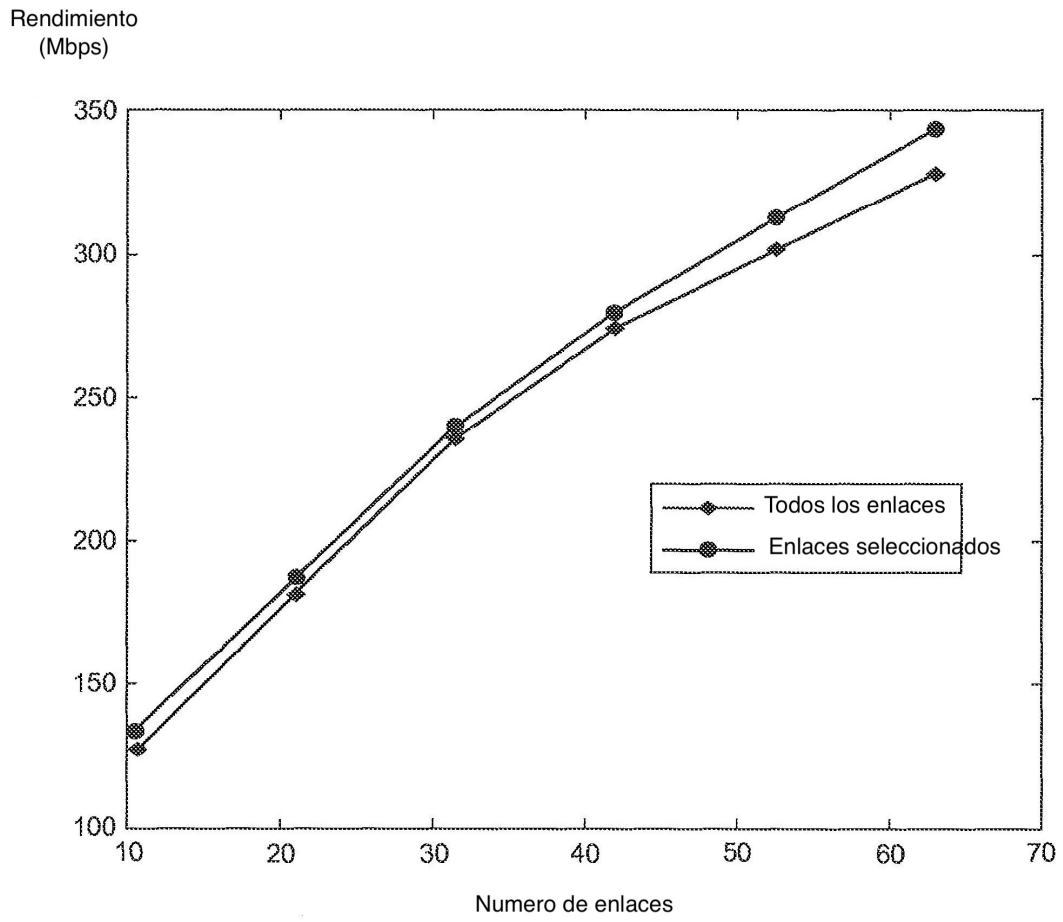


FIG. 8

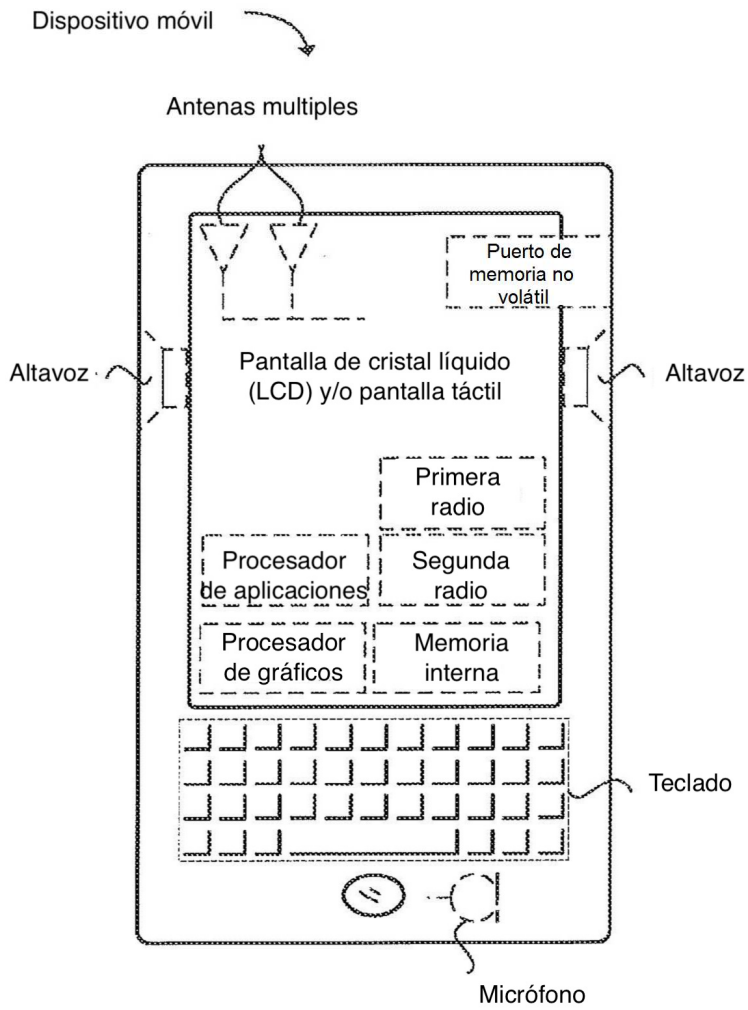


FIG. 9

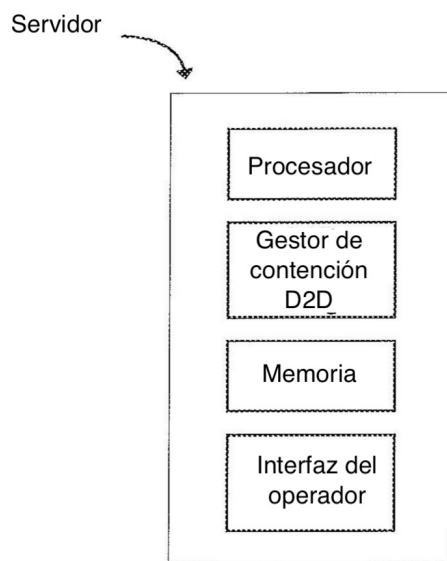


FIG. 10