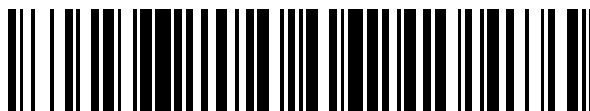


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 463**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.10.2012 PCT/US2012/059391**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2014 WO14058415**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2012 E 12780966 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2907269**

54 Título: **Método y sistema para diagnóstico de conectividad en sistemas de comunicaciones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.02.2018**

73 Titular/es:  
**ADAPTIVE SPECTRUM AND SIGNAL  
ALIGNMENT, INC. (100.0%)  
333 Twin Dolphin Drive  
Redwood City, CA 94065, US**

72 Inventor/es:  
**BALAKRISHNAN, MANIKANDEN;  
BHAGAVATULA, RAMYA;  
GARCIA, CARLOS y  
RHEE, WONJONG**

74 Agente/Representante:  
**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 656 463 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**

Método y sistema para diagnóstico de conectividad en sistemas de comunicaciones

5 **Campo técnico**

La materia aquí descrita se refiere en general al campo de la informática, y más en concreto, a un método y sistema para medición y/o diagnóstico de enlace de comunicación, incluyendo medición de latencia y diagnóstico de conectividad.

10

**Antecedentes**

La supervisión del rendimiento de un enlace de comunicación se usa, por ejemplo, para afrontar de forma proactiva y evitar quejas de los usuarios, para decidir cuándo mejorar el hardware asociado con el enlace de comunicación, para decidir cuándo activar un algoritmo de optimización para optimizar el enlace de comunicación, para verificar que el resultado del algoritmo de optimización ha sido de hecho un rendimiento mejorado, etc.

15

El término "rendimiento" se refiere aquí en general a la capacidad de red (por ejemplo, TCP/UDP), latencia, inestabilidad, conectividad, tasas de error, consumo de potencia, potencia de transmisión, etc. Mejorar el rendimiento del sistema de comunicación incluye incrementar la capacidad, reducir la tasa de error y la latencia, mejorar la inestabilidad, el consumo de potencia, etc, de dicho sistema de comunicación. Supervisar el rendimiento se refiere en general a determinar y/o calcular uno o varios de los parámetros de rendimiento anteriores asociados con el enlace de comunicación. El término "TCP" es la sigla de protocolo de control de transmisión. El término "UDP" se refiere a protocolo de datagrama de usuario.

20

25

El rendimiento de un sistema de comunicación puede ser evaluado usando aplicaciones de software de prueba tradicionales tal como iperf, netperf, ttcp, etc. Tales aplicaciones de software tienen que instalarse en al menos dos dispositivos de comunicación donde la aplicación de software en un dispositivo de comunicación genera y transmite datos de prueba al otro dispositivo de comunicación, y donde la aplicación de software en el otro dispositivo de comunicación recibe los datos de prueba.

30

Después de transmitir y recibir los datos de prueba, la estadística del transporte de datos de prueba es evaluada para averiguar el rendimiento del enlace de comunicación entre los dos dispositivos de comunicación. La prueba de un sistema o red de comunicación para calibrar su rendimiento mediante tales aplicaciones de software de prueba tradicionales requiere que aplicaciones de software compatibles estén instaladas o disponibles en ambos dispositivos de comunicación que forman el enlace de comunicación.

35

Por ejemplo, un usuario con un ordenador portátil visita un sitio web de prueba de rendimiento, y posteriormente se carga una aplicación de software de prueba en el navegador web del usuario. Entonces, el rendimiento entre el ordenador portátil y un servidor en Internet se mide usando la aplicación de software de prueba que ya estaba disponible en el servidor.

40

En algunos casos, sin embargo, puede ser difícil, si no imposible, disponer de aplicaciones de software de prueba en los dos dispositivos de comunicación que hay en los extremos del enlace de comunicación de interés. Por ejemplo, cuando un gestor de red está interesado en iniciar una medición de rendimiento de un punto de acceso Wi-Fi (AP) a un teléfono inteligente, el gestor de red no tiene ningún medio de instalar una aplicación de software en el teléfono inteligente. Por lo tanto, el gestor de red no puede iniciar la medición de rendimiento entre el AP Wi-Fi y el teléfono inteligente. En general, es difícil tener aplicaciones disponibles en dispositivos de comunicación acoplados a una red o iniciar la instalación del lado del usuario de aplicaciones de software como un gestor de red.

50

US 2010/354273 describe un dispositivo de red para registrar un número de paquetes de datos transmitidos entre un dispositivo de red asociado y el dispositivo de red en un ciclo de detección. EP2073446 describe un dispositivo de gestión para uso en una red de acceso incluyendo una pluralidad de conexiones de datos entre dispositivos de usuario final y un dispositivo transceptor de agregación.

55

**Resumen de la invención**

Varios aspectos y realizaciones de la invención se exponen en las reivindicaciones anexas.

60 **Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones de la descripción se entenderán más plenamente a partir de la descripción detallada expuesta a continuación y de los dibujos acompañantes de varias realizaciones de la descripción, que no deberá interpretarse en el sentido de que limita la descripción a las realizaciones específicas, sino que se ofrece para su explicación y comprensión solamente.

65

Las figuras 1a-1c ilustran redes de comunicaciones que son operables para determinar métrica de enlace de comunicación, según las realizaciones.

La figura 2 es un diagrama de flujo para determinar la latencia de un enlace de comunicación, según una realización.

La figura 3 es un diagrama de flujo para determinar la latencia de un enlace de comunicación, incluyendo transmitir uno o varios paquetes iniciales a un dispositivo de comunicación por un enlace de comunicación, según una realización.

La figura 4 es un diagrama de flujo para determinar la latencia de un enlace de comunicación, incluyendo recuperar información de estado de un dispositivo de comunicación, según una realización.

La figura 5 es un diagrama de flujo para determinar una métrica de conectividad de un enlace de comunicación, según una realización.

La figura 6 es un sistema basado en procesador según el cual pueden operar, instalarse, integrarse o configurarse realizaciones.

### Descripción detallada

Aquí se describen sistemas y métodos para determinar métrica de enlace de comunicación.

Medir o determinar la métrica para enlaces de comunicación, incluyendo latencia y diagnóstico de conectividad, puede proporcionar datos útiles para varias aplicaciones. Por ejemplo, la determinación de la latencia y/o el diagnóstico de conectividad para un enlace de comunicación pueden ser usados para: identificar las causas de problemas de rendimiento, afrontar de forma proactiva y/o evitar quejas de los usuarios, determinar cuándo mejorar el hardware y/o software, determinar cómo y/o cuándo realizar optimizaciones de un enlace de comunicación o dispositivos de comunicación, y/o verificar si las optimizaciones dieron como resultado un rendimiento mejorado.

La latencia es una métrica de enlace de comunicación que puede ser importante en aplicaciones incluyendo streaming vídeo (por ejemplo, Televisión por Protocolo de Internet (IPTV)), aplicaciones en tiempo real (por ejemplo, Voz por IP (VoIP), juegos de azar online, y otras aplicaciones en tiempo real), aplicaciones en dispositivos móviles, y otras aplicaciones que sufren el impacto de la latencia.

En algunos sistemas de comunicaciones en los que puede medirse la latencia, un dispositivo de comunicación entrará en un estado de sueño si no hay actividad para ahorrar potencia. Un dispositivo en un estado de sueño puede no responder inmediatamente a paquetes entrantes, lo que puede impactar en las mediciones de latencia. Las estaciones Wi-Fi (por ejemplo, teléfonos inteligentes, dispositivos móviles, y otros dispositivos de cliente) son un ejemplo de dispositivos de comunicación que pueden entrar en un estado de sueño. Los retardos en las respuestas producidos por los estados de sueño pueden añadir significativa polarización y aleatoriedad a los resultados de las pruebas de latencia (porque, por ejemplo, el tiempo de espera debido al estado de sueño domina el tiempo de ida y vuelta (RTT) de los paquetes).

La conectividad es otra métrica de enlace de comunicación, y puede indicar la estabilidad de un enlace de comunicación. Los ejemplos de aplicaciones en las que el diagnóstico de conectividad puede ser útil incluyen: streaming vídeo, aplicaciones en tiempo real, aplicaciones en dispositivos móviles, y otras aplicaciones que sufren problemas de conectividad.

Las aplicaciones de streaming vídeo pueden requerir gran capacidad media entre los dispositivos de comunicación. Los problemas de conectividad pueden dar lugar a rebosamientos de paquetes dentro de las memorias intermedias internas, lo que puede producir inestabilidad en el software del dispositivo de comunicación.

Las aplicaciones en tiempo real, tales como VOIP, pueden requerir streaming a una tasa de bits constante (CBR) entre los dispositivos de comunicación, y los problemas de conectividad pueden crear pérdida de paquetes o perturbaciones oscilatorias de latencia que son perjudiciales para las aplicaciones CBR.

Los dispositivos móviles (por ejemplo, teléfonos inteligentes, netbooks, y otros dispositivos informáticos móviles) pueden tener múltiples interfaces de comunicación (por ejemplo, Wi-Fi, 3G/4G, y otras interfaces de comunicación) y tener la capacidad de conmutar entre las diferentes redes. Los problemas de conectividad de enlace en una red (por ejemplo, Wi-Fi) podrían hacer que el dispositivo de comunicación conmutase automáticamente a la otra red (por ejemplo, 3G o 4G) sin el conocimiento del usuario. El usuario, al usar banda ancha, podría agotar su uso de datos móviles, mientras piensa que está usando realmente la red de acceso Wi-Fi ilimitada. Además, las frecuentes desconexiones y reconexiones de enlace pueden dar lugar a retardos de red que tienen un impacto directo en las aplicaciones de usuario.

Las realizaciones incluyen sistemas y métodos para determinar la latencia de enlaces de comunicación entre dispositivos de comunicación, de los que al menos uno incluye características de gestión de potencia. Las características de gestión de potencia incluyen software y/o hardware para permitir estados de mayor o menor uso de potencia correspondientes a los niveles variables de actividad. Por ejemplo, las características de gestión de potencia permiten uno o varios “estados de sueño” que corresponden a niveles de actividad reducida, y uno o varios “estados de no sueño” que corresponden a niveles más altos o normales de actividad operativa. En una realización, el estado de sueño de un dispositivo de comunicación es detectado y/o evitado al medir la latencia de un enlace de comunicación. Por ejemplo, un agente (por ejemplo, un agente dentro de un dispositivo de comunicación o externo al dispositivo de comunicación) puede emitir órdenes de medir la latencia a un segundo dispositivo de comunicación, y también proporcionar formas de detectar y/o evitar el estado de sueño del segundo dispositivo. En tal realización, la latencia del enlace de comunicación puede medirse sin requerir la disponibilidad de aplicaciones de software de prueba en ambos lados de un enlace de comunicación.

El estado de sueño de un dispositivo de comunicación puede evitarse con sondeo activo. El término “sondeo activo” se refiere en general a pruebas de una red de comunicaciones enviando una configuración/datos de prueba por la red desde un dispositivo de comunicación a otro dispositivo de comunicación. En una realización, el sondeo activo implica un agente que inyecta tráfico generado a un dispositivo de comunicación deseado. Por ejemplo, en una realización, un agente en un punto de acceso Wi-Fi inyecta tráfico de fondo a la capa 2 dirigida a una estación. Aunque el tráfico inyectado será rechazado por la capa superior de la estación, el tráfico llegará a la capa Wi-Fi de la estación y mantendrá la estación en un estado de no sueño, o hará que la estación salga de un estado de sueño. En una realización, el agente emite órdenes de medición de latencia (por ejemplo, órdenes de rastreo, órdenes de sincronización/reseteo de TCP y/u otras órdenes de medición de latencia) después de y/o durante el tráfico inyectado. En una realización, el agente mide el tiempo de ida y vuelta (RTT) de los paquetes de medición de latencia y los paquetes de respuesta correspondientes. En una realización, el tráfico constante evita que el dispositivo de comunicación de destino pase a un estado de sueño mientras el agente mide la latencia.

Según una realización, el volumen del tráfico inyectado puede ser ajustado para mantener y/o hacer que un dispositivo de comunicación esté en un estado de no sueño. En tal realización, el volumen de tráfico inyectado no hace que el enlace esté excesivamente ocupado o sobrecargado con el tráfico inyectado. Limitar el tráfico inyectado para evitar la inundación del enlace de comunicación puede evitar polarización sustancial en las mediciones de latencia producida por el tráfico inyectado. Una vez obtenidas las mediciones de latencia deseadas, el agente puede dejar de inyectar tráfico. En una realización, medir la latencia durante y/o inmediatamente después del tráfico inyectado elimina inexactitudes en las mediciones de latencia producidas por impredecibles tiempos de espera debidos a estados de gestión de potencia.

En una realización, un agente emite órdenes de prueba de latencia sucesivamente sin un tiempo de espera entre ellas. Las sucesivas órdenes de prueba de latencia dan lugar a una corriente continua de paquetes y evitan que el dispositivo de comunicación deseado pase a un estado de sueño. En tal realización, si el dispositivo de comunicación deseado está en un estado de sueño cuando el agente emite las órdenes de prueba de latencia, el dispositivo de comunicación deseado puede no pasar a un estado de no sueño antes de recibir unos pocos paquetes (por ejemplo, 2 paquetes, 3 paquetes, o más paquetes). El agente puede comprobar el estado del dispositivo de comunicación deseado para determinar si se realiza una medición de latencia dada cuando el dispositivo de comunicación deseado está en un estado de sueño o un estado de no sueño. Por ejemplo, el agente puede leer el campo de datos de información de estado actual antes de un paquete de prueba de latencia, después de un paquete de prueba de latencia, o antes y después de un paquete de prueba de latencia. En una realización, un punto de acceso Wi-Fi tiene información acerca del estado actual de cada estación conectada al punto de acceso Wi-Fi (por ejemplo, si la estación está en un estado de sueño, en un estado de no sueño, y/u otra información de estado relacionada con la estación) debido al diseño de sistemas especificado en la norma IEEE 802.11. Por lo tanto, la información de estado puede ser usada para filtrar las mediciones y/o interpretar exactamente las mediciones.

En una realización, un agente inyecta tráfico inicial (por ejemplo, para despertar un dispositivo de comunicación deseado o para mantener el dispositivo de comunicación deseado en un estado de no sueño), y comprueba el estado del dispositivo de comunicación deseado (por ejemplo, lee el campo de datos de información de estado). Así, en realizaciones, el agente puede determinar cuándo un dispositivo de comunicación deseado está en un estado de no sueño o un estado de sueño, y determinar las mediciones de latencia con mayor exactitud.

Las aplicaciones de usuario que se ejecutan en un dispositivo de comunicación pueden dar lugar a una variedad de configuraciones de tráfico. En una realización, algunas aplicaciones de usuario que se ejecutan en un dispositivo de comunicación dan lugar a actividad regular de modo que el dispositivo de comunicación está probablemente en un modo de no sueño. Si un agente mide la latencia durante tal tiempo, inyectar tráfico artificial para hacer que el dispositivo esté en un estado de no sueño puede no ser necesario. En una realización, algunas aplicaciones de usuario pueden hacer que el dispositivo de comunicación entre en un estado de sueño durante períodos de tiempo. Por ejemplo, si un dispositivo de comunicación ejecuta una aplicación que no requiere gran anchura de banda, el dispositivo de comunicación puede estar configurado para entrar en un estado de sueño entre la recepción y/o la transmisión de datos para la aplicación.

Según una realización, un agente mide el comportamiento de latencia para una aplicación. En tal realización, el agente genera un flujo de tráfico artificial que tiene las características estadísticas de la aplicación, y mide la latencia en los momentos que son de interés para evaluar la experiencia del usuario en el uso de la aplicación. Así, la latencia puede medirse en momentos elegidos con relación a la configuración de tráfico. En el ejemplo anterior donde un dispositivo de comunicación ejecuta una aplicación que no requiere gran anchura de banda, un agente puede generar tráfico similar a la aplicación, permitiendo que el dispositivo de comunicación entre en un estado de sueño durante períodos de tiempo. La latencia de un enlace de comunicación puede medirse en varios tiempos durante el tráfico generado, por ejemplo, en tiempos en que el dispositivo de comunicación puede estar en un estado de sueño.

Si la latencia es grande incluso después de tener en cuenta el estado de gestión de potencia de un dispositivo de comunicación deseado, indica que el enlace puede no estar sano (por ejemplo, debido a frecuentes pérdidas de paquetes, reenvíos de paquetes, desistimiento de transmisión a causa de la naturaleza del sistema inalámbrico donde el medio común aire es compartido, u otras causas de latencia grande). Cuando se detecta tal latencia grande, una medida correctiva, tal como optimización de configuración, puede ser deseable y puede activarse. Las optimizaciones de configuración se explican con más detalle más adelante con respecto a las figuras 1a-1c.

En una realización, detectando y/o evitando los estados de sueño, los sistemas y los métodos determinan la latencia de enlaces de comunicación con mayor exactitud.

Las realizaciones incluyen sistemas y métodos para determinar el diagnóstico de conectividad de enlaces de comunicación. En una realización, el diagnóstico de conectividad del enlace de comunicación puede ser determinado sin requerir disponibilidad de aplicaciones de software de prueba en ambos lados de un enlace de comunicación. En una realización, un parámetro operativo relacionado con el enlace de comunicación se utiliza para diagnosticar la conectividad. Los dispositivos de comunicación, tales como puntos de acceso Wi-Fi (APs) o equipo de instalaciones del cliente (CPEs), proporcionan parámetros operativos (POs) (por ejemplo, los parámetros operativos 110 de las figuras 1a y 1b, y los parámetros operativos 110a-110n de la figura 1c) como un subproducto de la operación normal del sistema. Según una realización, la obtención y la supervisión de POs no requiere la inyección de tráfico de prueba a la red, y por ello no son intrusivas para el tráfico de usuario.

Uno de los POs disponibles en algunos dispositivos de comunicación es la asociación-duración de enlaces que están activos en dicho dispositivo de comunicación. En una realización, este PO de asociación-duración se facilita para cada enlace de comunicación en forma de un contador de tiempo. Cuando un sistema conecta o vuelve a conectar con un dispositivo de comunicación deseado (por ejemplo, cuando se establece un nuevo enlace activo), se instancia un PO de nueva asociación de enlace específico en el sistema deseado con el recuento de duración inicializado a cero. El contador de duración empieza entonces a aumentar de forma acumulativa hasta que el enlace se desconecta. A la desconexión del enlace, se borra el PO de asociación correspondiente.

En una realización, un agente (por ejemplo, un agente dentro del dispositivo de comunicación o externo al dispositivo de comunicación) realiza supervisión fina de la conectividad supervisando los POs de asociación de forma periódica y/o frecuente (por ejemplo, cada minuto en una base corriente, cada cinco minutos durante un período de tiempo, u otras frecuencias y/o tiempos). Según una realización, el agente mantiene un registro de los enlaces activos actuales y sus duraciones de asociación, y rastrea frecuentemente los POs del sistema para comprobar si los enlaces previamente registrados todavía están activos, si sus contadores de duración están aumentando de forma continua, y/o si se han iniciado nuevos enlaces. Durante este proceso de supervisión, el agente observa y puede registrar eventos críticos, incluyendo: eventos de instanciación (es decir, la instanciación de un PO de asociación, que identifica una nueva conexión de enlace de comunicación), eventos de borrado (es decir, el borrado de un PO de asociación, que identifica una desconexión de enlace), y/o eventos de reseteo (es decir, la instanciación o el borrado no se registró, pero el contador se reseteó, que identifican la rápida reconexión de un enlace existente que tuvo lugar entre las mediciones del agente).

Según una realización, además de observar eventos críticos, el agente determina el tiempo de aparición de eventos críticos y/o la actividad de tráfico durante la aparición de eventos críticos, que también puede obtenerse de forma no intrusiva usando los POs.

En una realización, el agente carga periódicamente los eventos registrados en un servidor central, donde son archivados para análisis de datos a gran escala. El servidor (por ejemplo, una aplicación que se ejecuta en el servidor) analiza, en una base periódica (por ejemplo, por horas, a diario, semanalmente, u otros períodos de tiempo), uno o varios datos estadísticos para realizar diagnóstico de conectividad de los enlaces de comunicación. En una realización, un agente en el dispositivo de comunicación puede analizar eventos de conectividad.

Según una realización, el agente puede determinar el número total de eventos de instanciación, borrado y reseteo. Un recuento alto puede sugerir problemas de conectividad del enlace que posiblemente dependen de la correlación con otros datos estadísticos. En otro ejemplo, el agente determina la duración media entre sucesivos eventos de instanciación y borrado, y entre sucesivos eventos de borrado e instanciación. Las largas duraciones entre sucesivos

5 eventos de instanciación y borrado sin eventos de reseteo frecuentes entre ellos puede indicar un enlace estable, independientemente del número total de eventos. Las largas duraciones entre sucesivos eventos de borrado e instanciación pueden indicar un enlace inactivo, y el porcentaje de períodos inactivos del enlace pueden ser considerados para el diagnóstico general. Un número bajo de eventos críticos puede indicar que el enlace estuvo inactivo durante largos períodos de tiempo más bien que es inestable. Varios eventos de reseteo seguidos de inactividad de enlace podrían indicar severos problemas de conectividad, donde el sistema de comunicación ha declarado que el enlace es inestable para mantener la conectividad.

10 Según una realización, la configuración de tiempo de los eventos críticos puede ser analizada para proporcionar diagnóstico de conectividad. Si los eventos críticos se suceden frecuentemente y de forma contigua en el tiempo, puede indicar problemas de conectividad. Si los eventos críticos están espaciados en el tiempo, y/o si hay una configuración tiempo específica para la aparición de eventos, entonces podría indicar un cierto comportamiento del dispositivo de comunicación más bien que problemas de conectividad de enlace. Los ejemplos del comportamiento del dispositivo de comunicación que pueden crear los eventos críticos incluyen: estados de sueño u otros estados de ahorro de potencia de los dispositivos de comunicación, reinicios periódicos de los dispositivos de comunicación, la movilidad de los dispositivos inalámbricos, exploración de canal/radio en dispositivos inalámbricos, operación con batería baja, y/o problemas del programa de gestión.

20 En una realización, un servidor de análisis (por ejemplo, entidad de gestión) o agente establece una tendencia base para un enlace de comunicación en base a configuraciones de tiempo de los eventos críticos. El servidor puede distinguir entonces entre el comportamiento del dispositivo de comunicación y los problemas reales de enlace de comunicación, y diagnosticar los problemas de conectividad.

25 Según una realización, el diagnóstico de conectividad se realiza durante las horas de uso máximo de la red, que pueden estar correlacionadas más directamente con la experiencia del usuario. Un servidor de análisis o agente puede correlacionar los tiempos de inestabilidad con el volumen y/o las configuraciones del tráfico.

30 En una realización, un servidor de análisis o agente puede refinar el diagnóstico de conectividad por correlación con parámetros tales como RSSI (Indicador de Intensidad de Señal Recibida), interferencia, y/u otros parámetros de rendimiento, para determinar una causa raíz de los problemas de conectividad. Por ejemplo, baja RSSI en eventos críticos puede indicar desasociación a largo alcance.

35 En una realización, un servidor de análisis o agente puede refinar el diagnóstico de conectividad leyendo la identificación de los dispositivos de comunicación que están siendo asociados en tiempos diferentes. Por ejemplo, una estación Wi-Fi puede estar entre dos APs, y estar asociando entre las dos. En otro ejemplo, la asociación puede alternar entre por Wi-Fi y por una red celular.

40 Según una realización, el diagnóstico de conectividad puede ser usado para dirigir acciones de control y/o realizar optimizaciones

45 En una realización, los sistemas y los métodos permiten medios no intrusivos y ligeros (por ejemplo, que no requieren un uso intensivo de la memoria y/o del procesador o procesadores) de medir y estimar el rendimiento de conectividad de un enlace de comunicación, que puede desplegarse fácilmente en sistemas existentes.

50 En la descripción siguiente se exponen numerosos detalles específicos tales como ejemplos de sistemas específicos, lenguajes, componentes, etc, con el fin de proporcionar una comprensión completa de las varias realizaciones. Será evidente, sin embargo, a los expertos en la técnica que estos detalles específicos no tienen que emplearse para llevar a la práctica las realizaciones descritas. En otros casos, los materiales o los métodos no se han descrito en detalle con el fin de no oscurecer innecesariamente las realizaciones descritas.

55 Las expresiones “acoplado a”, “acoplado con”, “conectado a”, “conectado con” y análogos se usan aquí para describir una conexión entre dos elementos y/o componentes y se entienden en el sentido de acoplado/conectado directamente, o indirectamente, por ejemplo, mediante uno o más elementos intervinientes o mediante una conexión por cable/inalámbrica. Las referencias a un “sistema de comunicación” se entienden, donde sea aplicable, incluyendo la referencia a algún otro tipo de sistema de transmisión de datos.

60 Los algoritmos y las pantallas aquí presentados no están inherentemente relacionados con ningún ordenador concreto u otro aparato ni son realizaciones descritas con referencia a ningún lenguaje de programación concreto. Se apreciará que pueden usarse varios lenguajes de programación para implementar las ideas de las realizaciones aquí descritas.

65 Las figuras 1a-1c ilustran redes de comunicaciones que son operables para determinar la métrica de enlace de comunicación, según realizaciones. Las realizaciones en la figura 1a y la figura 1b ilustran redes de comunicaciones 100a y 100b, que incluyen un primer dispositivo de comunicación 102 acoplado con comunicación con un segundo dispositivo de comunicación 104 mediante un enlace de comunicación 103. Cada uno del primer dispositivo de comunicación y el segundo dispositivo de comunicación puede seleccionarse del grupo de dispositivos que incluye:

5 un dispositivo compatible con telefonía celular, un dispositivo compatible con tercera generación (3G); un dispositivo compatible con cuarta generación (4G); un dispositivo compatible con Evolución a Largo Plazo (LTE); un dispositivo Wi-Fi; un punto de acceso Wi-Fi; una estación Wi-Fi; un módem; un router; una puerta de enlace; un módem de Equipo de Instalaciones de Cliente (CPE) de Línea Digital de Abonado (DSL); un dispositivo de línea de potencia eléctrica doméstica; un dispositivo basado en Alianza de Red de Línea Telefónica Doméstica (HPNA); un dispositivo de distribución coax doméstico; un dispositivo compatible G.hn; un dispositivo de comunicación de medición doméstica; un aparato doméstico en interfaz de comunicación con la LAN; una estación base inalámbrica de femtoceldas; una estación base inalámbrica de picoceldas; una estación base inalámbrica de celdas pequeñas; una estación base compatible inalámbrica; un dispositivo repetidor móvil inalámbrico; una estación base de dispositivo móvil inalámbrico; una puerta de enlace Ethernet; un dispositivo informático conectado a la LAN; un dispositivo HomePlug; un dispositivo de Banda ancha por Línea de Potencia (BPL) de acceso compatible con las normas IEEE P1901; un dispositivo periférico de ordenador conectado a Ethernet; un router conectado a Ethernet; un puente inalámbrico conectado a Ethernet; un puente de red conectado a Ethernet; y un conmutador de red conectado a Ethernet.

15 La red de comunicaciones 100b también incluye un centro de optimización 106 acoplado con comunicación con el primer dispositivo de comunicación 102 mediante el enlace de comunicación 109. La figura 1c ilustra una red de comunicaciones 100c, que incluye uno o más primeros dispositivos de comunicación 102a-102n, que pueden estar acoplados con comunicación con uno o más segundos dispositivos de comunicación 104a-104m mediante enlaces de comunicación 103aa-103nm, donde 'n' y 'm' son enteros positivos. La red de comunicaciones 100c incluye un centro de optimización 106, que puede estar acoplado con uno o más dispositivos de comunicación 102a-102n mediante enlaces de comunicación 109a-109n. La red de comunicaciones 100c también incluye un sistema celular 112 (por ejemplo, un sistema 3G/4G) que puede estar acoplado con comunicación con los segundos dispositivos de comunicación 104a-104m mediante enlaces de comunicación 107a-107m.

25 En una realización, los primeros dispositivos de comunicación 102, y 102a-102n pueden incluir: un punto de acceso (AP); una estación base; un dispositivo de red inalámbrica de área local (LAN); un multiplexor de acceso a Línea Digital de Abonado (DSLAM); una puerta de enlace; un dispositivo de mejora de rendimiento; un módem CPE de Línea Digital de Abonado (DSL); un dispositivo de línea de potencia eléctrica doméstica; un dispositivo basado en Alianza de Red de Línea Telefónica Doméstica (HPNA); un dispositivo de distribución coax doméstico; un dispositivo compatible con G.hn (Norma de Red Doméstica Global); un dispositivo de comunicación de medición doméstica; un aparato doméstico en interfaz de comunicación con la LAN; una estación base inalámbrica de femtoceldas; una estación base compatible Wi-Fi inalámbrica; un dispositivo repetidor móvil inalámbrico; una estación base de dispositivo móvil inalámbrico; nodos dentro de una red ad-hoc/de malla; un convertidor-descodificador (STB)/unidad descodificadora (STU) electrónicos de cliente; un televisor habilitado por Protocolo de Internet (IP); un reproductor de medios habilitado IP; una consola de juegos de azar habilitada IP; una puerta de enlace Ethernet; un dispositivo informático conectado a la LAN; un dispositivo periférico de ordenador conectado a Ethernet; un router conectado a Ethernet; un puente inalámbrico conectado a Ethernet; un puente de red conectado a Ethernet; y/o un conmutador de red conectado a Ethernet. En una realización, los primeros dispositivos de comunicación 102, y 102a-102n incluyen parámetros operativos 110, y 110a-110n, que pueden recuperarse para ayudar a determinar la métrica de enlace de comunicación, como se describe más adelante. En una realización, los segundos dispositivos de comunicación 104 y 104a-104m son estaciones Wi-Fi.

45 En algunas realizaciones, lo siguiente puede describir operaciones realizadas por un agente. El agente referido puede residir en uno de los dispositivos de comunicación (por ejemplo, agentes 108, y 108a-108n de las figuras 1a-1c), o ser externo a los dispositivos de comunicación. Por ejemplo, el agente referido puede residir en el centro de optimización 106, o en otra entidad externa. En una realización, las operaciones indicadas realizadas por el agente son realizadas parcialmente por un agente en uno de los dispositivos de comunicación, y parcialmente realizadas por un agente externo a los dispositivos de comunicación (por ejemplo, por el centro de optimización 106). En tal realización, los agentes 108 y 108a-108n envían datos relevantes al centro de optimización 106, y el centro de optimización 106 realiza análisis de los datos. El centro de optimización 106 de las figuras 1b y 1c es un dispositivo informático (por ejemplo, un servidor, entidad de gestión, y/u otra entidad operable para realizar optimizaciones de los dispositivos de comunicación).

55 En una realización, las redes de comunicaciones 100a-100c son operables para determinar la latencia de los enlaces de comunicación 103 y 103aa-103nm, y/o determinar la métrica de conectividad para los enlaces de comunicación 103 y 103aa-103nm. Aunque algunos de los párrafos siguientes relativos a determinaciones de latencia y métrica de conectividad pueden referirse a un único primer dispositivo comunicación y un único segundo dispositivo de comunicación acoplados mediante un solo enlace de comunicación (por ejemplo, como se ilustra en la red de comunicaciones 100a de la figura 1a y la red de comunicaciones 100b de la figura 1b), la descripción siguiente también puede aplicarse a una realización tal como la red de comunicaciones 100c ilustrada en la figura 1c con uno o varios primeros dispositivos de comunicación 102a-102n, y uno o varios segundos dispositivos de comunicación 104a-104m.

65 En una realización donde las redes de comunicaciones 100a y 100b son operables para determinar la latencia del enlace de comunicación 103, las redes de comunicaciones 100a y 100b son operables para detectar un estado de

5 sueño del segundo dispositivo de comunicación 104 durante las mediciones de latencia, y/o evitar que el segundo dispositivo de comunicación 104 esté en un estado de sueño durante las mediciones de latencia. Por ejemplo, el primer dispositivo de comunicación 102 es operable (por ejemplo, mediante el agente 108) para determinar un estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104. En una realización, los posibles estados de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación incluyen un estado de sueño y un estado de no sueño.

10 En una realización, el estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104 es un estado de gestión de potencia de una interfaz de comunicación del segundo dispositivo de comunicación 104. En una realización, el estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104 es un estado de gestión de potencia de cualquier componente del segundo dispositivo de comunicación 104 que influye en la medición de latencia.

15 Según una realización, el primer dispositivo de comunicación 102 ha de transmitir uno o varios paquetes al segundo dispositivo de comunicación 104 por el enlace de comunicación 103, el uno o los varios paquetes a recibir por el segundo dispositivo de comunicación 104 mientras está en el estado de gestión de potencia. En una realización, el primer dispositivo de comunicación 102 inyecta un conjunto de paquetes para hacer múltiples mediciones de latencia. El primer dispositivo de comunicación 102 ha de recibir, del segundo dispositivo de comunicación por el enlace de comunicación, uno o varios paquetes de respuesta en respuesta al uno o los varios paquetes. El primer dispositivo de comunicación 102 determina la latencia del enlace de comunicación 103 cuando el segundo dispositivo de comunicación 104 está en el estado de gestión de potencia en base al uno o los varios paquetes y el uno o los varios paquetes de respuesta.

25 En una realización, determinar la latencia del enlace de comunicación 103 incluye medir un tiempo desde cuando el uno o los varios paquetes son transmitidos al segundo dispositivo de comunicación 104 a cuando el uno o los varios paquetes de respuesta correspondientes son recibidos por el primer dispositivo de comunicación 102. Se puede hacer una o varias mediciones de latencia en base a los múltiples paquetes transmitidos al segundo dispositivo de comunicación 104 para medir la latencia y los paquetes de respuesta correspondientes.

30 Según una realización, el uno o los varios paquetes transmitidos por el primer dispositivo de comunicación 102 son paquetes de petición de eco ICMP, y el uno o los varios paquetes de respuesta transmitidos por el segundo dispositivo de comunicación 104 son paquetes de respuesta ICMP. Por ejemplo, se puede usar Ping, una aplicación/método de software para medir el tiempo de ida y vuelta (RTT) entre dispositivos. Ping requiere que tanto los dispositivos tanto emisor como receptor tengan el software disponible en la capa de aplicación. Ping usa media de reportes y paquetes ICMP, mínimo RTT mínimo y máximo además de RTT de cada paquete. Ping se incluye y está disponible en muchos sistemas operativos (OS).

40 En una realización, el uno o los varios paquetes transmitidos por el primer dispositivo de comunicación 102 son paquetes TCP Sync (SYN) enviados a un puerto inalcanzable del segundo dispositivo de comunicación 104, y el uno o los varios paquetes de respuesta transmitidos por el segundo dispositivo de comunicación 104 son paquetes de reseteo TCP (RST). Por ejemplo, el primer dispositivo de comunicación 102 envía intencionadamente un paquete TCP SYN a un puerto inalcanzable del segundo dispositivo de comunicación 104. Cuando el paquete TCP SYN es bloqueado, por defecto el receptor envía un paquete TCP RST a no ser que esté configurado de otro modo. Por lo tanto, la duración RTT entre el tiempo en que el paquete TCP SYN es enviado al tiempo en que el paquete TCP RST es recibido puede ser usado para medir la latencia. En una realización, pueden usarse paquetes TCP SYN/RST para medir la latencia en dispositivos de comunicación donde la capa MAC subyacente soporta TCP y la configuración de cortafuegos no bloquea tales paquetes TCP SYN.

50 Según una realización, determinar el estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104 implica inyectar tráfico para hacer que el segundo dispositivo de comunicación 104 esté en un estado de no sueño para la medición de latencia. Por ejemplo, determinar el estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104 incluye determinar que el segundo dispositivo de comunicación 104 está en un estado de no sueño después de transmitir uno o varios paquetes iniciales al segundo dispositivo de comunicación 104, donde el uno o los varios paquetes iniciales hacen que el segundo dispositivo de comunicación 104 efectúe una transición a un estado de no sueño cuando se reciba o reciban en un estado de sueño, y que permanezca en el estado de no sueño cuando se reciba o reciban en el estado de no sueño.

60 En una realización, en lugar de inyectar en primer lugar tráfico para hacer que el segundo dispositivo de comunicación 104 esté en un estado de no sueño, el primer dispositivo de comunicación 102 detecta en qué estado de gestión de potencia está el segundo dispositivo de comunicación 104, y mide la latencia del enlace de comunicación 103 en dicho estado de gestión de potencia. Por ejemplo, en una realización, determinar el estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104 incluye recuperar información de estado del segundo dispositivo de comunicación 104. La información de estado puede estar disponible en el dispositivo de comunicación 102 (por ejemplo, en un sistema Wi-Fi según la implementación de la norma IEEE 802.11). La información de estado recuperada puede incluir parámetros operativos que indican si el segundo dispositivo de comunicación 104 está en un estado de sueño o un estado de no sueño, y/u otros parámetros operativos.



5 En una realización, las redes de comunicaciones 100a y 100b son operables tanto para inyectar tráfico para influir en si el segundo dispositivo de comunicación 104 está en un estado de no sueño o un estado de sueño, como para recuperar información de estado para ayudar a determinar si el segundo dispositivo de comunicación 104 está en un estado de no sueño o un estado de sueño.

10 En una realización, las redes de comunicaciones 100a y 100b también son operables para determinar características de latencia del enlace de comunicación 103 en base a múltiples mediciones de latencia y múltiples determinaciones del estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104. Las características de latencia son, por ejemplo, datos estadísticos en base a múltiples mediciones de latencia. Múltiples mediciones de latencia pueden promediarse o combinarse de otro modo. En una realización, algunas mediciones de latencia son desechadas en base al estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104 al tiempo de la medición. Por ejemplo, si se desean mediciones de latencia no influenciadas por estados de sueño, se desechan las mediciones de latencia hechas cuando el segundo dispositivo de comunicación 104 está en un estado de sueño.

15 En una realización, el dispositivo de comunicación 102 transmite el uno o los varios paquetes para generar un flujo de tráfico que tiene características estadísticas. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación 102 o cualquier otro servidor o dispositivo externo puede generar un flujo de tráfico que tiene características estadísticas de aplicaciones particulares (por ejemplo, aplicaciones de usuario). En tal realización, determinar las características de latencia del enlace de comunicación 103 con el flujo de tráfico se basa en múltiples mediciones de latencia y múltiples determinaciones del estado de gestión de potencia del segundo dispositivo de comunicación 104 mientras el flujo de tráfico continúa.

20 Así, en una realización, un método y sistema para determinar la latencia de enlaces de comunicación entre dispositivos de comunicación da lugar a mediciones de latencia con mayor exactitud.

25 En una realización donde las redes de comunicaciones 100a y 100b son operables para determinar una métrica de conectividad del enlace de comunicación 103, un agente interroga el primer dispositivo de comunicación 102 en tiempos sucesivos para leer parámetros operativos en dichos tiempos. Por ejemplo, el agente interroga el primer dispositivo de comunicación 102 en un primer tiempo para determinar si un segundo dispositivo de comunicación 104 está conectado al primer dispositivo de comunicación 102 y para determinar un valor de un parámetro operativo en el primer tiempo. El parámetro operativo está relacionado con el enlace de comunicación 103 entre el segundo dispositivo de comunicación 104 y el primer dispositivo de comunicación 102. Por ejemplo, el parámetro operativo puede ser un contador que se resetea a la conexión y/o desconexión del enlace de comunicación 103; un contador global, que existe independientemente de la conectividad del segundo dispositivo de comunicación 104 al primer dispositivo de comunicación 102; u otros parámetros operativos relacionados con el enlace de comunicación 103.

30 Los ejemplos de contadores incluyen: contadores de duración de asociación que indican una duración de conexión del enlace de comunicación 103, contadores de tráfico que indican el número de paquetes y/o tamaño de datos transmitidos entre el primer dispositivo de comunicación 102 y el segundo dispositivo de comunicación 104, y un contador de balizas que indica un número de balizas transmitidas por el segundo dispositivo de comunicación 104. En una realización donde el parámetro operativo a consultar es un contador de balizas, el agente determina si se produjo un evento de desconexión en base tanto al valor del contador de balizas como al valor del intervalo de baliza. El valor de intervalo de baliza puede ser conocido por el agente, o el agente puede interrogar el primer o el segundo dispositivo de comunicación para determinar el valor de intervalo de baliza.

35 En una realización, el agente interroga el primer dispositivo de comunicación 102 en un segundo tiempo para determinar si el segundo dispositivo de comunicación 104 está conectado al primer dispositivo de comunicación 102 y para determinar un valor del parámetro operativo en el segundo tiempo.

40 Si el segundo dispositivo de comunicación 104 estaba conectado tanto en el primer tiempo como en el segundo tiempo, y si el parámetro operativo en el segundo tiempo está dentro de un rango de valores umbral, el agente puede determinar que se produjo un evento de desconexión. Por ejemplo, el agente determina que el segundo dispositivo de comunicación 104 se desconectó del primer dispositivo de comunicación en base a detectar que el segundo dispositivo de comunicación estaba conectado al primer dispositivo de comunicación 102 tanto en el primer tiempo como en el segundo tiempo, y detectar el valor del parámetro operativo en el segundo tiempo está dentro de un rango de valores umbral en base al parámetro operativo en el primer tiempo. En una realización donde el parámetro operativo es un contador, un evento de desconexión puede ser identificado si el valor del contador en el segundo tiempo es menos que un valor esperado, y/o menos que el valor del contador en el primer tiempo. El valor esperado del contador en el segundo tiempo puede ser determinado en base al valor del contador en el primer tiempo y el tiempo transcurrido desde el primer tiempo al segundo tiempo.

45 Aunque la descripción anterior se refiere a determinar parámetros operativos en un primer tiempo y un segundo tiempo, los parámetros operativos pueden ser supervisados múltiples veces, y/o de forma continua. Por ejemplo, los parámetros operativos pueden ser determinados periódicamente (por ejemplo, cada segundo, cada cinco segundos, cada minuto, cada cinco minutos, o cualquier otra periodicidad).

5 En una realización, el agente determina los tiempos de eventos de conexión y desconexión. Por ejemplo, el agente determina los tiempos en que el segundo dispositivo de comunicación 104 se conectó y desconectó del primer dispositivo de comunicación 102. El agente también determina una duración media entre los eventos de conexión y desconexión del enlace de comunicación 103 en base a los tiempos (es decir, los tiempos en que el segundo dispositivo de comunicación 104 se conectó y desconectó del primer dispositivo de comunicación 102).

10 En una realización, el agente determina una duración media entre eventos de desconexión y reconexión del enlace de comunicación 103 en base a los tiempos de eventos de conexión y desconexión (es decir, en base a los tiempos en que el segundo dispositivo de comunicación 104 se conectó y desconectó del primer dispositivo de comunicación 102).

15 Según una realización, el agente detecta actividad de tráfico que tiene lugar en los tiempos de los eventos de conexión y desconexión. Por ejemplo, el agente interroga el primer dispositivo de comunicación 102 para recuperar un segundo parámetro operativo del primer dispositivo de comunicación 102 que indica actividad de tráfico por el enlace de comunicación 103. La actividad de tráfico detectada puede ser usada al diagnosticar problemas de conectividad. En una realización, se determina que el enlace de comunicación 103 es inestable en base a datos estadísticos relacionados con eventos de conexión y desconexión. En una realización, el agente diagnostica problemas de conectividad del enlace de comunicación 103. Por ejemplo, el agente determina que el enlace de comunicación 103 es inestable para mantener la conectividad en base a la actividad de tráfico durante los eventos de desconexión y reconexión. En una realización, el agente determina que el enlace de comunicación 103 es inestable para mantener la conectividad para la QoE (Calidad de Experiencia del Usuario) deseada en respuesta a determinar que el número de tiempos que el segundo dispositivo de comunicación 104 se desconectó y conectó de nuevo al primer dispositivo de comunicación 102 excede de los valores umbral. Según una realización, el agente determina que el enlace de comunicación 103 es inestable para mantener la conectividad en base a que la duración media entre los eventos de conexión y desconexión es menor que un valor umbral.

30 En una realización, el agente identifica una configuración de tiempo en las desconexiones y reconexiones del segundo dispositivo de comunicación al primer dispositivo de comunicación 102. El agente determina entonces si el enlace de comunicación 103 es inestable para mantener QoE en base a la configuración de tiempo. Por ejemplo, el agente determina que el enlace de comunicación 103 es inestable en base a las desconexiones y reconexiones del segundo dispositivo de comunicación que tienen lugar de forma contigua en el tiempo. En una realización, el agente identifica un comportamiento del segundo dispositivo de comunicación 104 que da lugar a la configuración de tiempo, incluyendo el comportamiento identificado uno de: el segundo dispositivo de comunicación 104 entra en un estado de sueño, el segundo dispositivo de comunicación 104 entra en un estado de potencia más baja, el segundo dispositivo de comunicación 104 se resetea periódicamente, el segundo dispositivo de comunicación 104 sale de un rango de cobertura para conectividad con el primer dispositivo de comunicación 102, el segundo dispositivo de comunicación 104 realiza una exploración de canal, y/o el segundo dispositivo de comunicación 104 tiene un programa de gestión que funciona mal.

40 En una realización, el agente establece un comportamiento base del segundo dispositivo de comunicación 104 (por ejemplo, en base a las configuraciones de tiempo identificadas de los eventos de conexión y desconexión). El agente puede determinar entonces si el enlace de comunicación 103 es inestable para mantener la conectividad o la QoE en base a si el comportamiento de conectividad se desvía del comportamiento base del segundo dispositivo de comunicación 104.

50 Según una realización, el agente interroga el primer dispositivo de comunicación 102 para recuperar un segundo parámetro operativo del primer dispositivo de comunicación 102, indicando el segundo parámetro operativo al menos uno de: actividad de tráfico por el enlace de comunicación, intensidad de señal recibida, e interferencia. El agente puede analizar entonces el segundo parámetro operativo en los tiempos de eventos de conexión y eventos de desconexión y determinar si los eventos de desconexión son producidos por una condición indicada en el segundo parámetro operativo.

55 Volviendo a la figura 1c, en una realización, cuando hay múltiples primeros dispositivos de comunicación 102a-102n disponibles para conexión, los segundos dispositivos de comunicación 104a-104m pueden itinerar entre los primeros dispositivos de comunicación disponibles en base a su algoritmo de itinerancia interno. La interrogación de los primeros dispositivos de comunicación 102a-102n puede determinar si un segundo dispositivo de comunicación se conecta frecuentemente entre las múltiples opciones disponibles. Uno o más de los segundos dispositivos de comunicación 104a-104m también puede alternar entre conectar con uno o varios de los primeros dispositivos de comunicación 102a-102n y el sistema celular 112. Por ejemplo, cuando los primeros dispositivos de comunicación 102a-102n son APs Wi-Fi y los segundos dispositivos de comunicación son estaciones, las estaciones pueden alternar entre conectar con dos o más de APs Wi-Fi, o uno o más AP Wi-Fi y el sistema celular 112.

65 En tal realización, el agente interroga, cuando el segundo dispositivo de comunicación (por ejemplo, 1 04a) se desconecta del primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, 102a), otro de los primeros dispositivos de comunicación (por ejemplo, 102n) dentro de un rango de cobertura del segundo dispositivo de comunicación para

determinar si el segundo dispositivo de comunicación está conectado al otro primer dispositivo de comunicación. El agente puede identificar entonces una configuración de tiempos en que el segundo dispositivo de comunicación conecta una y otra vez entre el primer dispositivo de comunicación y el otro de los primeros dispositivos de comunicación.

5 En una realización, el segundo dispositivo de comunicación podría estar alternando entre conectar con el primer dispositivo de comunicación y el sistema celular 112. En tal realización, el agente interroga, cuando el segundo dispositivo de comunicación (por ejemplo, 104a) se desconecta del primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, 102a), un sistema celular 112 dentro de un rango de cobertura del segundo dispositivo de comunicación para  
10 determinar si el segundo dispositivo de comunicación está conectado al sistema celular. El agente puede identificar entonces una configuración de tiempos en que la estación conecta entre el primer dispositivo de comunicación y el sistema celular 112.

15 En una realización, uno o varios parámetros de los primeros dispositivos de comunicación 102 y 102a-102n pueden ajustarse en base a la latencia determinada y/o los problemas de conectividad de los enlaces de comunicación 103 y 103aa-103nm. Por ejemplo, el agente puede ajustar uno o varios de: un parámetro de retransmisión, un esquema de modulación y codificación, un canal, una banda radio, unión de canal, una longitud de intervalo protector, un umbral de fragmentación, un límite de reintentos, un parámetro petición de envío (RTS) y un parámetro de preparación para envío (CTS), un intervalo de baliza, una potencia de transmisión, un modo de antenas múltiples, una configuración de preámbulo, una tasa máxima de bits, y un parámetro de configuración de Calidad de Servicio (QoS).  
20

En tal realización, el ajuste de uno o varios parámetros de los primeros dispositivos de comunicación puede mejorar la latencia y/o la conectividad.

25 Las figuras 2-5 son diagramas de flujo para determinar métrica de enlace de comunicación, según las realizaciones. Los métodos 200, 300, 400 y/o 500 pueden realizarse por lógica de procesado que puede incluir hardware (por ejemplo, circuitería, lógica dedicada, lógica programable, microcódigo, etc), software (por ejemplo, instrucciones que se ejecutan en un dispositivo de procesado para realizar varias operaciones tal como interfaz, recogida, generación, recepción, supervisión, diagnóstico, determinación, medición, análisis, o alguna combinación de los mismos). Según  
30 una realización, hay un medio de almacenamiento legible por máquina no transitorio que tiene instrucciones ejecutables por máquina que, cuando a él accede un ordenador, hace que el ordenador realice un método según uno o varios de los métodos 200, 300, 400 y/o 500.

35 En una realización, los métodos 200, 300, 400 y/o 500 son realizados o coordinados mediante un aparato tal como el agente ilustrado en el elemento 108, el centro de optimización ilustrado en el elemento 106 de las figuras 1a-1c, y/u otras entidades internas o externas de los dispositivos de comunicación aquí descritos. Algunos bloques y/u operaciones enumerados a continuación son opcionales según algunas realizaciones. La numeración de los bloques presentados es por razones de claridad y no se tiene la intención de indicar un orden de operaciones en el que deben tener lugar los varios bloques. Además, las operaciones de los varios flujos 200, 300, 400 y/o 500 pueden ser  
40 utilizadas en varias combinaciones, incluyendo en combinación una con otra.

La figura 2 es un diagrama de flujo para determinar la latencia de un enlace de comunicación, según una realización. El método 200 comienza con un primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, el primer dispositivo de comunicación 102 de la figura 1a) que determina un estado de gestión de potencia de un segundo dispositivo de comunicación (por ejemplo, el segundo dispositivo de comunicación 104 de la figura 1a), como se expone en el  
45 bloque 201.

En el bloque 202, el primer dispositivo de comunicación transmite uno o varios paquetes al segundo dispositivo de comunicación, el uno o los varios paquetes serán recibidos por el segundo dispositivo de comunicación mientras esté en el estado de gestión de potencia.  
50

En el bloque 203, el primer dispositivo de comunicación recibe, del segundo dispositivo de comunicación por el enlace de comunicación, uno o varios paquetes de respuesta en respuesta al uno o los varios paquetes.

55 En el bloque 204, el primer dispositivo de comunicación determina una latencia del enlace de comunicación cuando el segundo dispositivo de comunicación está en el estado de gestión de potencia en base al uno o los varios paquetes y el uno o los varios paquetes de respuesta.

60 Según una realización, una entidad de gestión (por ejemplo, centro de optimización 106 de las figuras 1b y 1c) hace que el primer dispositivo de comunicación deje de realizar una o varias de las operaciones anteriores. Por ejemplo, en una realización hay un medio de almacenamiento legible por máquina no transitorio que tiene instrucciones ejecutables por máquina que, cuando a ellas accede un ordenador (por ejemplo, una entidad de gestión externa), hacen que el ordenador realice un método, incluyendo el método: enviar instrucciones a un primer dispositivo de comunicación para hacer que el primer dispositivo de comunicación: determine un estado de gestión de potencia de un segundo dispositivo de comunicación; y transmita uno o varios paquetes al segundo dispositivo de comunicación  
65 por un enlace de comunicación, el uno o los varios paquetes serán recibidos por el segundo dispositivo de

comunicación mientras esté en el estado de gestión de potencia; donde el primer dispositivo de comunicación ha de recibir, del segundo dispositivo de comunicación por el enlace de comunicación, uno o varios paquetes de respuesta en respuesta al uno o los varios paquetes; el método también deberá incluir: determinar una latencia del enlace de comunicación cuando el segundo dispositivo de comunicación esté en el estado de gestión de potencia en base al uno o los varios paquetes y el uno o los varios paquetes de respuesta.

La figura 3 es un diagrama de flujo para determinar la latencia de un enlace de comunicación, incluyendo transmitir uno o varios paquetes iniciales a un dispositivo de comunicación por un enlace de comunicación, según una realización.

El método 300 comienza en el bloque 301, transmitiendo un primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, primer dispositivo de comunicación 102 de la figura 1a) uno o varios paquetes iniciales a un segundo dispositivo de comunicación (por ejemplo, el segundo dispositivo de comunicación 104 de la figura 1a). El uno o los varios paquetes iniciales hacen que el segundo dispositivo de comunicación efectúe una transición a un estado de no sueño cuando se reciban en un estado de sueño, y que permanezca en el estado de no sueño cuando se reciban en el estado de no sueño.

El método 300 continúa en los bloques 302-304 como el método 200 en los bloques 202-204 de la figura 2. En el bloque 302, el primer dispositivo de comunicación transmite uno o varios paquetes al segundo dispositivo de comunicación, el uno o los varios paquetes serán recibidos por el segundo dispositivo de comunicación mientras esté en el estado de gestión de potencia.

En el bloque 303, el primer dispositivo de comunicación recibe, del segundo dispositivo de comunicación por el enlace de comunicación, uno o varios paquetes de respuesta en respuesta al uno o los varios paquetes.

En el bloque 304, el primer dispositivo de comunicación determina una latencia del enlace de comunicación cuando el segundo dispositivo de comunicación está en el estado de gestión de potencia en base al uno o los varios paquetes y el uno o los varios paquetes de respuesta.

La figura 4 es un diagrama de flujo para determinar la latencia de un enlace de comunicación, incluyendo recuperar información de estado de un dispositivo de comunicación, según una realización.

El método 400 comienza en el bloque 401, recuperando un primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, el primer dispositivo de comunicación 102 de la figura 1a) información de estado que indica si un segundo dispositivo de comunicación (por ejemplo, el segundo dispositivo de comunicación 104 de la figura 1a) está en un estado de sueño o un estado de no sueño.

El método 400 continúa en los bloques 402-404 como el método 200 en los bloques 202-204 de la figura 2 y el método 300 en los bloques 302-304 de la figura 3. En el bloque 402, el primer dispositivo de comunicación transmite uno o varios paquetes al segundo dispositivo de comunicación, el uno o los varios paquetes serán recibidos por el segundo dispositivo de comunicación mientras esté en el estado de gestión de potencia.

En el bloque 403, el primer dispositivo de comunicación recibe, del segundo dispositivo de comunicación por el enlace de comunicación, uno o varios paquetes de respuesta en respuesta al uno o los varios paquetes.

En el bloque 404, el primer dispositivo de comunicación determina una latencia del enlace de comunicación cuando el segundo dispositivo de comunicación está en el estado de gestión de potencia en base al uno o los varios paquetes y el uno o los varios paquetes de respuesta.

La figura 5 es un diagrama de flujo para determinar una métrica de conectividad de un enlace de comunicación, según una realización.

El método 500 comienza en el bloque 501, interrogando un primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, el primer dispositivo de comunicación 102 de la figura 1a) en un primer tiempo para determinar si un segundo dispositivo de comunicación (por ejemplo, el segundo dispositivo de comunicación 104 de la figura 1a) está conectado al primer dispositivo de comunicación y para determinar un valor de un parámetro operativo en el primer tiempo. El parámetro operativo está relacionado con un enlace de comunicación entre el segundo dispositivo de comunicación y el primer dispositivo de comunicación. La interrogación del primer dispositivo de comunicación puede ser realizada por una entidad de gestión dentro del primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, agente 108 de la figura 1a) o externa al primer dispositivo de comunicación (por ejemplo, centro de optimización 106 de las figuras 1b y 1c).

En el bloque 502, la entidad de gestión interroga el primer dispositivo de comunicación en un segundo tiempo para determinar si el segundo dispositivo de comunicación está conectado al primer dispositivo de comunicación y para determinar un valor del parámetro operativo en el segundo tiempo.

5 En el bloque 503, la entidad de gestión determina que el segundo dispositivo de comunicación desconectó del primer dispositivo de comunicación en base a detectar que el segundo dispositivo de comunicación estaba conectado al primer dispositivo de comunicación tanto en el primer tiempo como en el segundo tiempo, y detectar que el valor del parámetro operativo en el segundo tiempo está dentro de un rango de valores umbral en base al parámetro operativo en el primer tiempo.

La figura 6 es un sistema basado en procesador 600 según qué realizaciones puedan operarse, instalarse, integrarse o configurarse.

10 El medio de almacenamiento 604 y las instrucciones ejecutables por ordenador asociadas 606 pueden estar en alguno de los dispositivos de comunicación y/o servidores aquí explicados. Las instrucciones legibles/ejecutables por ordenador-máquina 606 son ejecutadas por un procesador 601. Los elementos de las realizaciones se facilitan como un medio legible por máquina para almacenar las instrucciones ejecutables por ordenador (por ejemplo, las instrucciones para implementar los diagramas de flujo de las figuras 2-5 y otros procesos explicados en la descripción).

15 En una realización, el sistema basado en procesador 600 incluye además una base de datos 602 para almacenar datos usados por las instrucciones 606. En una realización, el sistema basado en procesador 600 incluye una interfaz de red 605 para comunicar con otros dispositivos. En una realización, los componentes del sistema basado en procesador 600 comunican uno con otro mediante un bus de red 603.

20 El medio de almacenamiento legible por máquina 604 puede incluir, aunque sin limitación, memoria flash, discos ópticos, unidad de disco duro (HDD), unidad de estado sólido (SSD), memoria CD de lectura solamente (CD-ROMs), DVD ROMs, RAMs, EPROMs, EEPROMs, tarjetas magnéticas o ópticas, u otro tipo de medio legible por máquina adecuado para almacenar instrucciones electrónicas o ejecutables por ordenador. Por ejemplo, pueden descargarse realizaciones de la descripción como un programa de ordenador (por ejemplo, BIOS) que puede ser transferido de un ordenador remoto (por ejemplo, un servidor) a un ordenador solicitante (por ejemplo, un cliente) por medio de señales de datos mediante un enlace de comunicación (por ejemplo, un módem o conexión de red).

25 Aunque la materia aquí descrita se ha explicado a modo de ejemplo y en términos de las realizaciones específicas, se ha de entender que las realizaciones reivindicadas no se limitan a las realizaciones explícitamente indicadas descritas. Por el contrario, se prevé que la descripción cubra varias modificaciones y disposiciones similares que serán evidentes a los expertos en la técnica. Se ha de entender que la descripción anterior pretende ser ilustrativa y no restrictiva. Otras muchas realizaciones serán evidentes a los expertos en la técnica después de leer y entender la descripción anterior. Por lo tanto, el alcance de la materia descrita se ha de determinar con referencia a las reivindicaciones anexas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método (500) incluyendo:

5 interrogar (501) un primer dispositivo de comunicación en un primer tiempo para determinar si un segundo dispositivo de comunicación está conectado al primer dispositivo de comunicación y para determinar un valor de un parámetro operativo en el primer tiempo, estando relacionado el parámetro operativo con un enlace de comunicación entre el segundo dispositivo de comunicación y el primer dispositivo de comunicación; e

10 interrogar (502) el primer dispositivo de comunicación en un segundo tiempo para determinar si el segundo dispositivo de comunicación está conectado al primer dispositivo de comunicación y para determinar un valor del parámetro operativo en el segundo tiempo,

**caracterizado porque** el método incluye además:

15 determinar (503) que el segundo dispositivo de comunicación está desconectado del primer dispositivo de comunicación en base a detectar que el segundo dispositivo de comunicación estaba conectado al primer dispositivo de comunicación en ambos tiempos primero y segundo, y detectar que el valor del parámetro operativo en el segundo tiempo está dentro de un rango de valores umbral en base al parámetro operativo en el primer tiempo.

20 2. El método de la reivindicación 1, donde el parámetro operativo es un contador que se resetea a la conexión o la desconexión del enlace de comunicación.

25 3. El método de la reivindicación 2, donde el contador indica una duración de conexión del enlace de comunicación.

4. El método de la reivindicación 2, donde el contador indica el número de paquetes o el tamaño de datos transmitidos entre el primer dispositivo de comunicación y el segundo dispositivo de comunicación.

30 5. El método de la reivindicación 2, donde el contador indica un número de balizas transmitidas por el segundo dispositivo de comunicación, incluyendo además el método:

determinar un valor de intervalo de baliza;

35 donde determinar que el segundo dispositivo de comunicación está desconectado del primer dispositivo de comunicación se basa además en el valor de intervalo de baliza.

40 6. El método de la reivindicación 2, donde determinar que el segundo dispositivo de comunicación está desconectado del primer dispositivo de comunicación se basa además en si el valor del contador en el segundo tiempo es menor que un valor esperado o no.

45 7. El método de la reivindicación 6, incluyendo además:

determinar el valor esperado del contador en el segundo tiempo en base al valor del contador en el primer tiempo y el tiempo transcurrido desde el primer tiempo al segundo tiempo.

8. El método de la reivindicación 2, donde determinar que el segundo dispositivo de comunicación está desconectado del primer dispositivo de comunicación se basa además en si el valor del contador en el segundo tiempo es menor que el valor del contador en el primer tiempo o no.

50 9. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

determinar las veces que el segundo dispositivo de comunicación está conectado al primer dispositivo de comunicación y está desconectado del primer dispositivo de comunicación; y

55 determinar una duración media entre eventos de conexión y desconexión para el enlace de comunicación en base a los tiempos que el segundo dispositivo de comunicación está conectado y desconectado del primer dispositivo de comunicación.

60 10. El método de la reivindicación 9, incluyendo además:

determinar una duración media entre eventos de desconexión y reconexión para el enlace de comunicación en base a los tiempos que el segundo dispositivo de comunicación está conectado y desconectado del primer dispositivo de comunicación.

65 11. El método de la reivindicación 9, incluyendo además:

determinar que el enlace de comunicación es inestable para mantener la conectividad en base a que la duración media entre eventos de conexión y desconexión es menor que un valor umbral.

12. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

interrogar el primer dispositivo de comunicación para recuperar un segundo parámetro operativo del primer dispositivo de comunicación que indica actividad de tráfico por el enlace de comunicación; y

determinar que el enlace de comunicación es inestable para mantener la conectividad en base a la actividad de tráfico durante los eventos de desconexión y reconexión.

13. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

determinar que el enlace de comunicación es inestable para mantener la conectividad en respuesta a determinar que un número de veces que el segundo dispositivo de comunicación se desconecta y reconecta al primer dispositivo de comunicación excede los valores umbral.

14. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

identificar una configuración de tiempo de desconexiones y reconexiones del segundo dispositivo al primer dispositivo de comunicación; y

determinar si el enlace de comunicación es inestable para mantener la conectividad en base a las desconexiones y reconexiones del segundo dispositivo de comunicación que tienen lugar de forma contigua en el tiempo.

15. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

identificar una configuración de tiempo de desconexiones y reconexiones del segundo dispositivo de comunicación al primer dispositivo de comunicación; e

identificar un comportamiento del segundo dispositivo de comunicación que da lugar a la configuración, incluyendo el comportamiento identificado al menos uno de:

el segundo dispositivo de comunicación entra en un estado de sueño,

el segundo dispositivo de comunicación entra en un estado de potencia más baja,

el segundo dispositivo de comunicación se resetea periódicamente,

el segundo dispositivo de comunicación sale de un rango de cobertura para conectividad con el primer dispositivo de comunicación,

el segundo dispositivo de comunicación realiza una exploración de canal, y

el segundo dispositivo de comunicación tiene un programa de gestión que funciona mal.

16. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

identificar una configuración de tiempo de desconexiones y reconexiones del segundo dispositivo de comunicación al primer dispositivo de comunicación para establecer un comportamiento base del segundo dispositivo de comunicación; y

determinar si el enlace de comunicación es inestable para mantener la conectividad en base a si el comportamiento de conectividad se desvía del comportamiento base del segundo dispositivo de comunicación.

17. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

interrogar el primer dispositivo de comunicación para recuperar un segundo parámetro operativo del primer dispositivo de comunicación, indicando el segundo parámetro operativo al menos uno de:

actividad de tráfico en el enlace de comunicación,

intensidad de señal recibida, e

interferencia;

analizar el segundo parámetro operativo en tiempos de eventos de conexión y eventos de desconexión; y

determinar si los eventos de desconexión son producidos por una condición indicada en el segundo parámetro operativo.

5 18. El método de la reivindicación 1, donde cada uno del primer dispositivo de comunicación y el segundo dispositivo de comunicación se selecciona del grupo de dispositivos que incluye:

un dispositivo compatible con telefonía celular;

10 un dispositivo compatible con tercera generación (3G);

un dispositivo compatible con cuarta generación (4G);

15 un dispositivo compatible con Evolución a Largo Plazo (LTE);

un dispositivo Wi-Fi;

20 un punto de acceso Wi-Fi;

una estación Wi-Fi;

un módem;

25 un router;

una puerta de enlace;

30 un módem de Equipo de Instalaciones de Cliente (CPE) de Línea Digital de Abonado (DSL);

un dispositivo de línea de potencia doméstica;

un dispositivo basado en la Alianza de Red de Línea Telefónica Doméstica (HPNA);

35 un dispositivo de distribución coax doméstico;

un dispositivo compatible G.hn;

un dispositivo de comunicación de medición doméstica;

40 un aparato doméstico en interfaz de comunicación con la LAN;

una estación base inalámbrica de femtoceldas;

45 una estación base inalámbrica de picoceldas;

una estación base inalámbrica de celdas pequeñas;

una estación base compatible inalámbrica;

50 un dispositivo repetidor móvil inalámbrico;

una estación base de dispositivo móvil inalámbrico;

55 una puerta de enlace Ethernet;

un dispositivo informático conectado a la LAN;

un dispositivo HomePlug;

60 un dispositivo de Banda Ancha por Línea Eléctrica (BPL) compatible con las normas IEEE P1901;

un dispositivo periférico de ordenador conectado a Ethernet;

65 un router conectado a Ethernet;



un puente inalámbrico conectado a Ethernet;

un puente de red conectado a Ethernet; y

5 un conmutador de red conectado a Ethernet.

19. El método de la reivindicación 18, incluyendo además:

10 interrogar, cuando la estación desconecta del punto de acceso Wi-Fi, un sistema celular dentro de un rango de cobertura de la estación para determinar si la estación está conectada al sistema celular; e

identificar una configuración de tiempos en los que la estación conecta en ambos sentidos entre el punto de acceso Wi-Fi y el sistema celular.

15 20. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

interrogar, cuando el segundo dispositivo de comunicación desconecta del primer dispositivo de comunicación, un segundo primer dispositivo de comunicación dentro de un rango de cobertura del segundo dispositivo de comunicación para determinar si el segundo dispositivo de comunicación está conectado al segundo primer dispositivo de comunicación; e

20 identificar una configuración de tiempos en los que el segundo dispositivo de comunicación conecta en ambos sentidos entre el primer dispositivo de comunicación y el segundo primer dispositivo de comunicación.

25 21. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

optimizar una configuración del primer dispositivo de comunicación en base a si el segundo dispositivo de comunicación desconectó del primer dispositivo de comunicación o no, donde optimizar la configuración incluye variar, para el primer dispositivo de comunicación, uno o más de:

30 un parámetro de retransmisión,

un esquema de modulación y codificación,

35 un canal,

una banda radio,

40 unión de canal,

una longitud de intervalo protector,

un umbral de fragmentación,

45 un límite de reintentos,

un parámetro de petición de enviar (RTS) y un parámetro de preparación para enviar (CTS),

50 un intervalo de baliza,

una potencia de transmisión,

un modo de antenas múltiples,

55 una configuración de preámbulo,

una tasa de bits máxima, y

60 un parámetro de configuración de Calidad de Servicio (QoS).

22. Un medio de almacenamiento legible por máquina no transitorio que tiene instrucciones ejecutables por máquina que, cuando a ellas accede un ordenador, hacen que el ordenador realice un método para medición de rendimiento, siendo el método según alguna de las reivindicaciones de método 1 a 21.

65 23. Un sistema incluyendo:

una entidad de gestión acoplada con comunicación con un primer dispositivo de comunicación, pudiendo operar la entidad de gestión para:

5 interrogar (501) el primer dispositivo de comunicación en un primer tiempo para determinar si un segundo dispositivo de comunicación está conectado al primer dispositivo de comunicación y para determinar un valor de un parámetro operativo en el primer tiempo, estando relacionado el parámetro operativo con un enlace de comunicación entre el segundo dispositivo de comunicación y el primer dispositivo de comunicación; e

10 interrogar (502) el primer dispositivo de comunicación en un segundo tiempo para determinar si el segundo dispositivo de comunicación está conectado al primer dispositivo de comunicación y para determinar un valor del parámetro operativo en el segundo tiempo, **caracterizado porque** la entidad de gestión puede operar además para:

15 determinar (503) que el segundo dispositivo de comunicación desconectó del primer dispositivo de comunicación en base a detectar que el segundo dispositivo de comunicación estaba conectado al primer dispositivo de comunicación en el primer tiempo y en el segundo tiempo, y detectar que el valor del parámetro operativo en el segundo tiempo está dentro de un rango de valores umbral en base al parámetro operativo en el primer tiempo.

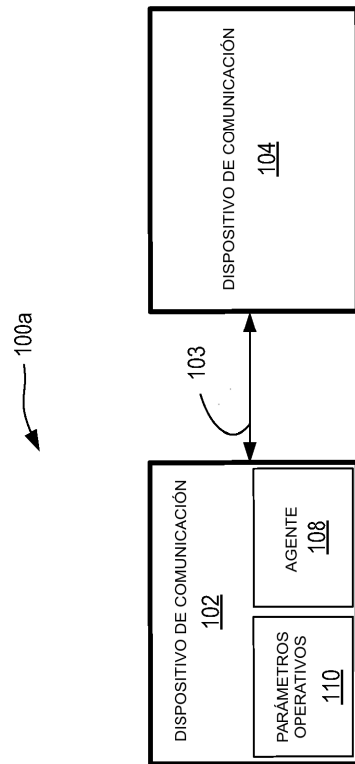


FIG. 1a

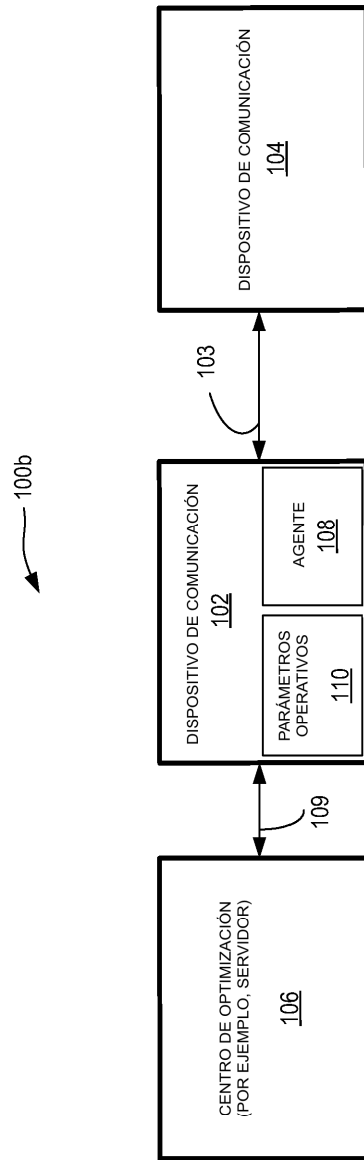


FIG. 1b

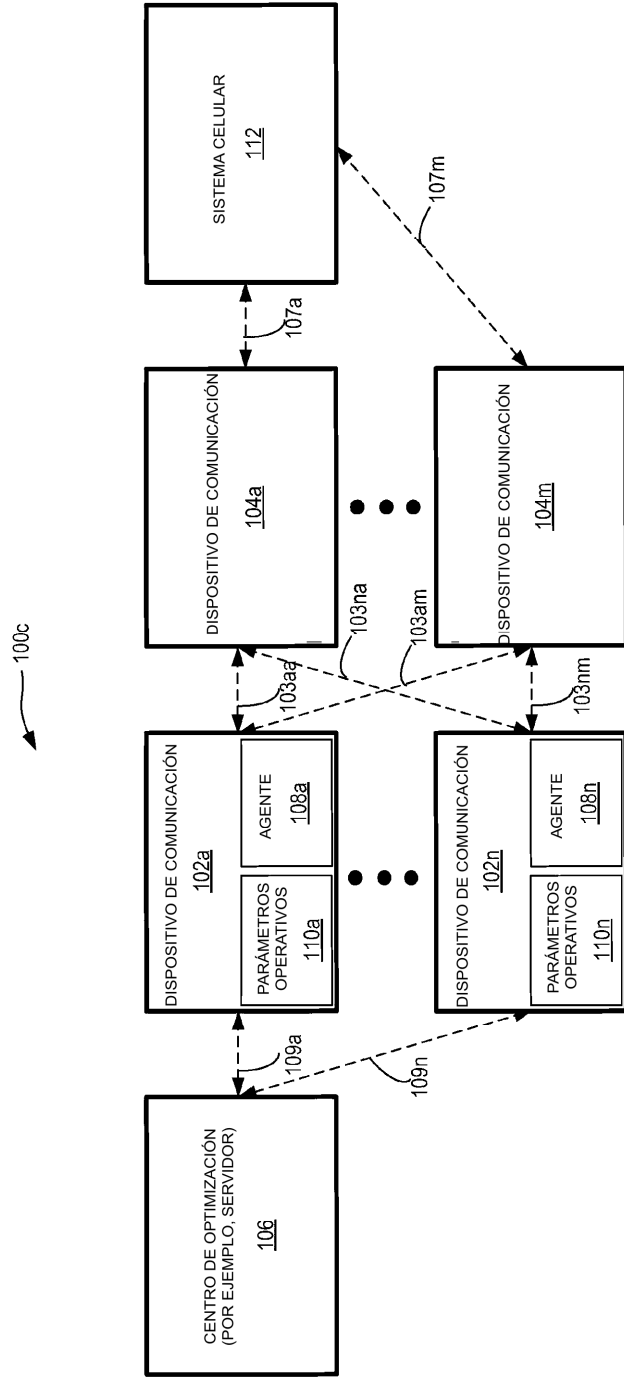


FIG. 1c

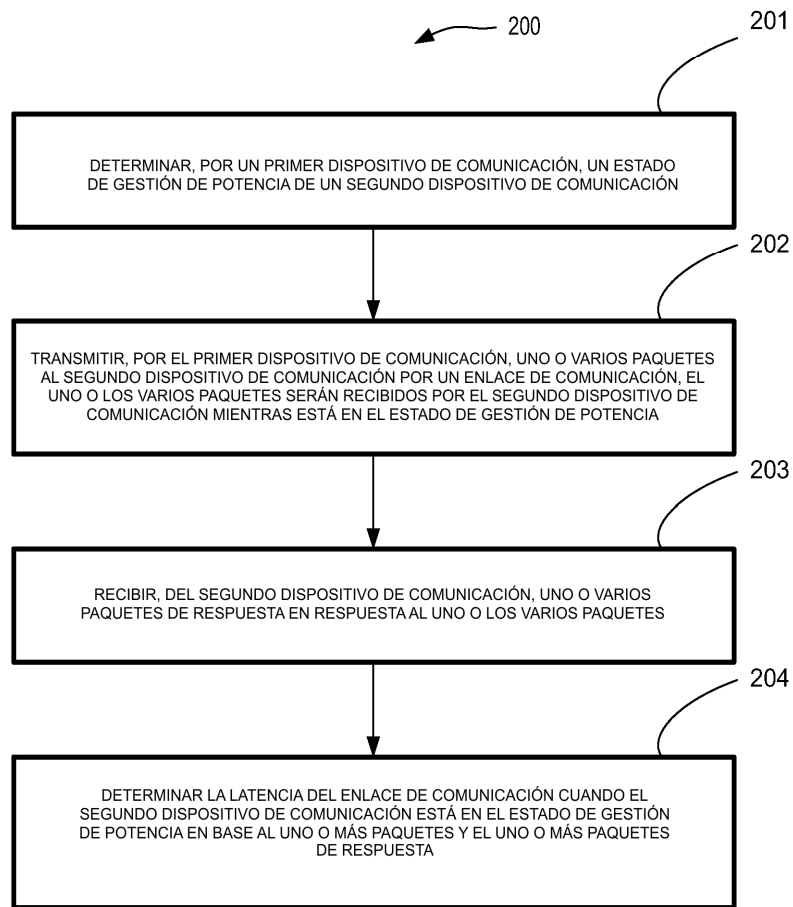


FIG. 2

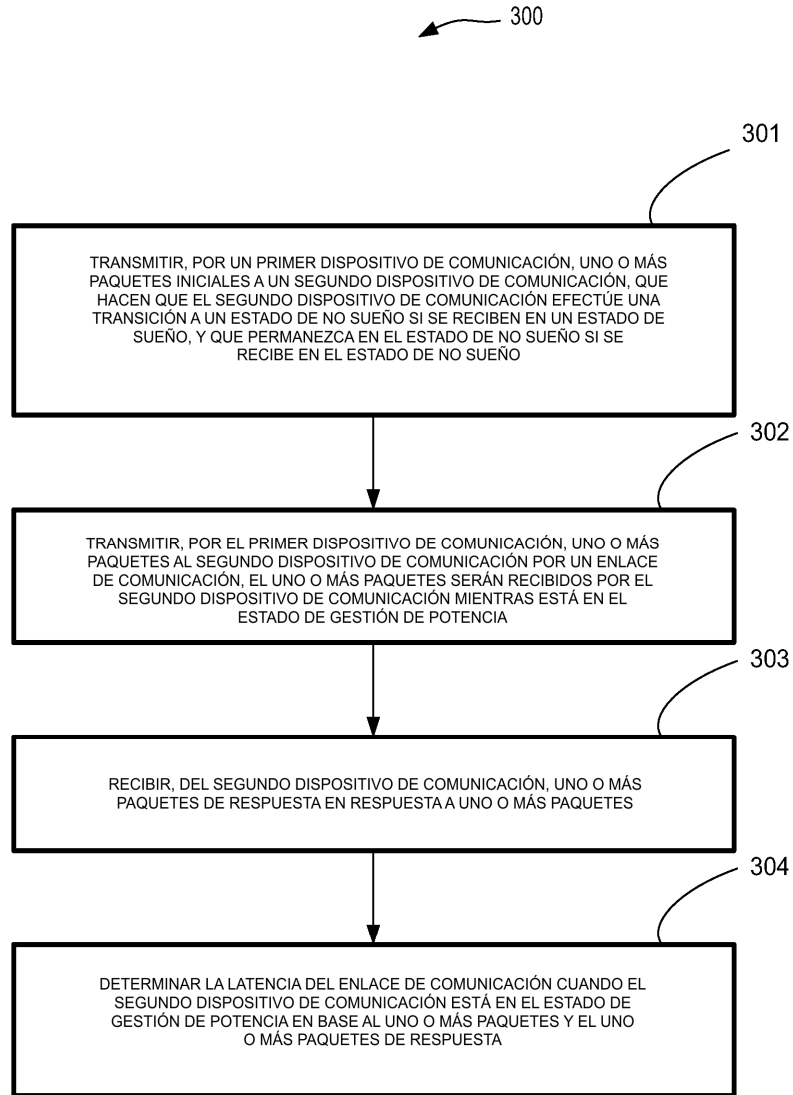


FIG. 3

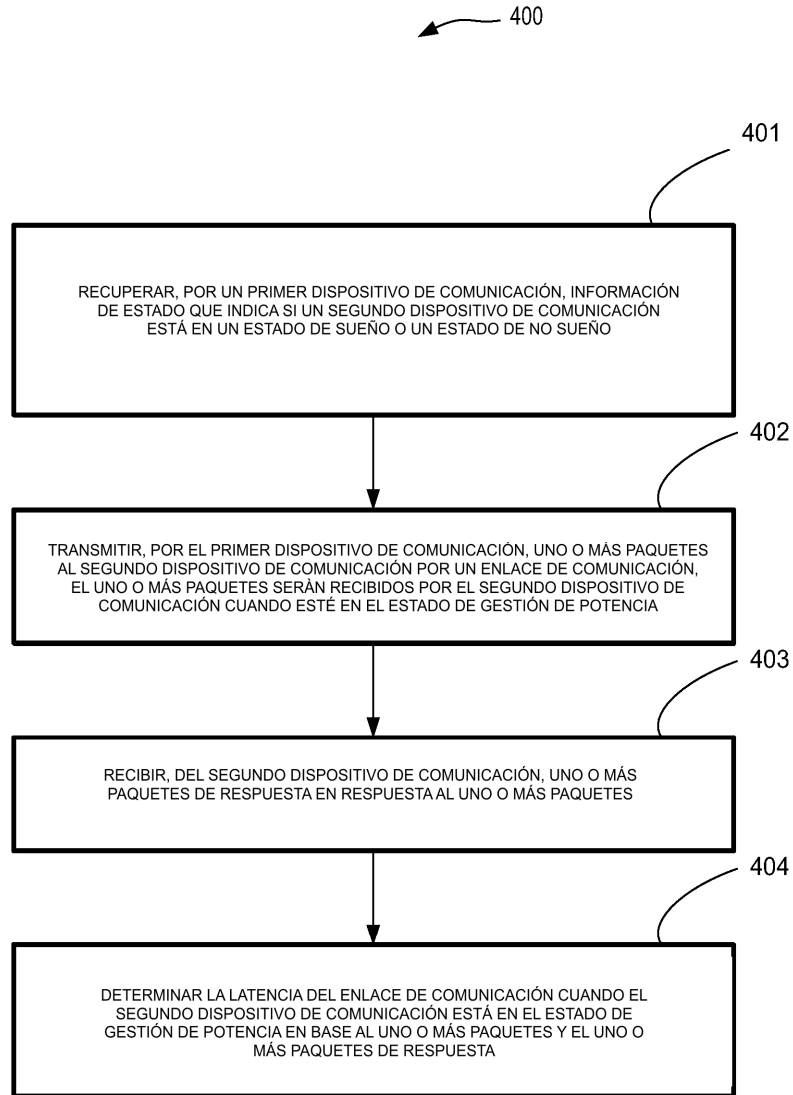


FIG. 4



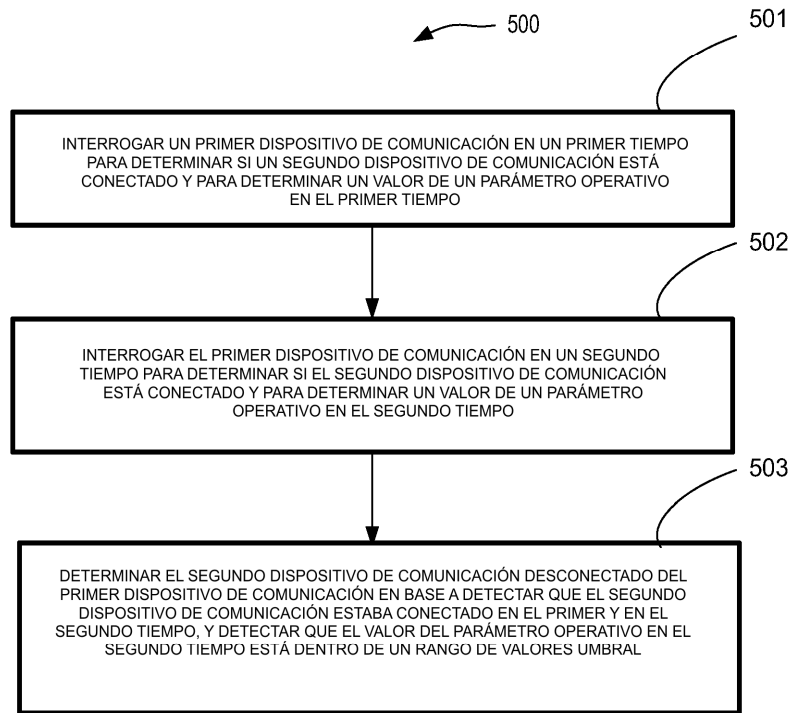


FIG. 5

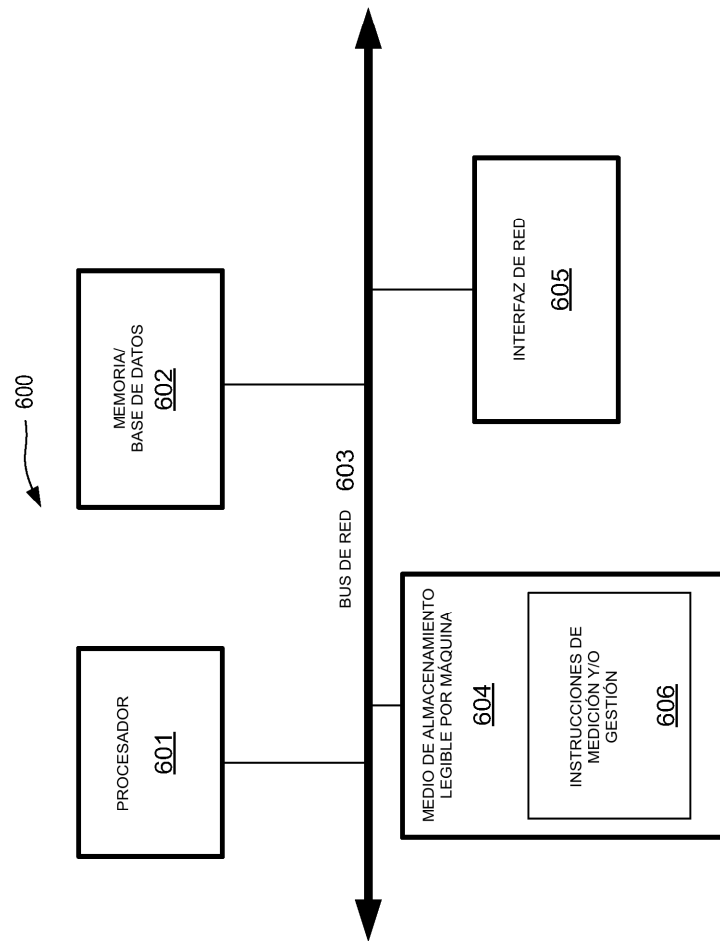


FIG. 6