

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 011**

51 Int. Cl.:

**G06F 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.10.2013 PCT/US2013/065058**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14062682**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2013 E 13847871 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2909737**

54 Título: **Método y sistema para determinar caudal sostenible a través de redes inalámbricas**

30 Prioridad:

**17.10.2012 US 201261715039 P**  
**15.03.2013 US 201361800790 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.03.2018**

73 Titular/es:

**OPANGA NETWORKS, INC. (100.0%)**  
**100 S King St., Suite 525**  
**Seattle, Washington 98104, US**

72 Inventor/es:

**HARRANG, JEFFREY P.;**  
**GIBBONS, DAVID y**  
**BURNETTE, JOHN M.**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 661 011 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 determinar caudal sostenible a través de redes inalámbricas

5 **Antecedentes**

10 Muchas redes informáticas en existencia hoy en día comunican a través de la transferencia de datos. Algunos ejemplos incluyen redes que pueden funcionar independientemente (por ejemplo, como Redes de Área Local o LAN) o colectivamente como parte de un grupo de redes interconectadas (por ejemplo, Redes de Área Extensa o WAN), tal como la Red Informática Mundial. Algunas de estas redes incluyen tecnologías que facilitan transmisiones de elevada tasa de datos relativamente rápida (por ejemplo, redes alámbricas, de fibra óptica, cable y de Línea Digital de Abonado). Otras facilitan transmisiones de tasa de datos más lentas (por ejemplo, redes celulares de 3G).

15 Independientemente de la naturaleza de una red y sus componentes, las redes que transfieren datos son susceptibles a la congestión o degradación al transferir datos entre nodos de red. Los datos, a menudo descompuestos y transferidos en segmentos de datos más pequeños, particiones o paquetes, pueden perderse en redes congestionadas. La congestión de red generalmente se refiere a un estado de sobrecarga de transferencia de datos entre enlaces en una red de comunicaciones de datos. Una red congestionada puede estar experimentando una carga que lastra la capacidad de red, haciendo difícil que lleve carga adicional.

20 La estimación de velocidad de enlace de extremo a extremo para entrega de datos es por lo tanto importante para que las redes informáticas entiendan la capacidad de la red en cualquier momento dado. Ejemplos incluyen métodos de determinación de rendimiento de caudal de extremo a extremo que implican temporizar la entrega de una ráfaga de datos (es decir, uno o más paquetes de datos enviados a través del mismo enlace durante una transmisión) desde el emisor al receptor. Desafortunadamente, tales métodos pueden someterse a condiciones que pueden distorsionar las mediciones, que incluyen mecanismos de control de flujo y protocolos de capa inferior.

30 A partir del documento US 2010/0274872 A1 se conoce un sistema y método de entrega de fichero adaptativa que transmite un fichero de datos a través de una red en segmentos en el que cada segmento se transmite durante un periodo de tiempo diferente. Además, se muestra que cada periodo de tiempo tiene una porción de transmisión y una porción de espera, en el que la duración de la porción de transmisión de cada periodo de tiempo es suficiente para alcanzar una condición de caudal de estado estable, y en el que la duración de la porción de espera es al menos lo suficientemente larga para limitar la tasa promedio de transmisión de segmento de fichero para adaptarse a variaciones de carga de tráfico de red y evitar congestión de red.

35 El documento US 2002/0085501 A1 se refiere a transmisión de módem a través de redes de paquetes. Se conoce un sistema y método para determinar el caudal de diversas implementaciones de retransmisión de módem. Un retransmisor de módem proporciona una interfaz local al módem en ambos extremos de una llamada, demodula el flujo de datos, empaqueta los bits para transporte a través de una red de IP, y vuelve a modular el flujo de datos en el extremo remoto.

45 A partir del documento US 2009/0164603 A1 se conoce un sistema y método de entrega de fichero adaptativa que transmite un fichero de datos a través de una red en segmentos en el que cada segmento se transmite durante un periodo de tiempo diferente. Además, se muestra que cada periodo de tiempo tiene una porción de transmisión y una porción de espera, en el que la duración de la porción de transmisión de cada periodo de tiempo es suficiente para alcanzar una condición de caudal de estado estable, y en el que la duración de la porción de espera es al menos lo suficientemente larga para limitar la tasa promedio de transmisión de segmento de fichero para adaptarla a las variaciones de carga de tráfico de red mientras se provoca que todo el fichero se entregue en un plazo de entrega predeterminado.

50 **Breve resumen de la invención**

55 Las realizaciones se refieren al campo de redes informáticas y comunicaciones a través de redes informáticas, incluyendo comunicaciones a través de redes inalámbricas. En una realización, se determinan tasas de caudal de datos promedio sostenibles para transferencia de datos entre un emisor y un receptor para una red que opera en una configuración de caudal de estado estable (o "condición de caudal de estado estable"). El rendimiento de entrega para datos transferidos en condiciones de estado no estable no se considera al determinar tasas de caudal de datos promedio sostenibles. Las tasas pueden usarse para adaptar la entrega de fichero a condiciones de red.

60 La presente invención se define en las reivindicaciones independientes a las que debería hacerse referencia. Se exponen características ventajosas en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

**Breve descripción de los dibujos**

65 La Figura 1 ilustra un sistema informático en red que incluye diversos dispositivos informáticos alámbricos e inalámbricos de acuerdo con una realización.

La Figura 2 muestra una vista de diagrama de bloques de un dispositivo de proveedor de servicio de acuerdo con una realización.

La Figura 3 muestra una vista de diagrama de bloques de un equipo de usuario de acuerdo con una realización.

5 La Figura 4 ilustra un diagrama esquemático de la pila de protocolo de comunicaciones de red de la Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI).

Las Figuras 5A-5C ilustran los efectos de distorsión potenciales creados por el uso de las capas de protocolo inferiores.

La Figura 6 ilustra un sistema informático en red de acuerdo con una realización.

10 La Figura 7 ilustra un proceso para determinar la tasa promedio sostenible del caudal de datos de estado estable entre un sistema de envío y un sistema de recepción de acuerdo con una realización.

La Figura 8 ilustra un proceso de fase de pre-ráfaga de datos de acuerdo con una realización.

La Figura 9 ilustra un proceso de fase de medición de acuerdo con una realización.

La Figura 10 ilustra un proceso de fase de evaluación de acuerdo con una realización.

15 La Figura 11 ilustra secuencias de ráfagas de datos de acuerdo con una realización.

### Descripción detallada de la invención

20 Las realizaciones desveladas en el presente documento se refieren a un aparato y método para determinar una tasa de caudal de datos de estado estable entre un emisor y un receptor. El caudal de datos de estado estable entre un emisor y un receptor se determina temporizando el rendimiento de entrega para un segmento de datos cuando el enlace de red se encuentra en o cerca de su capacidad sostenible. El aparato y método pueden tener en cuenta efectos de distorsión potenciales a partir de control de flujo o protocolos similares. El aparato y método pueden tener en cuenta también las redes informáticas que usan canales de acceso lógico o físico separados para enviar segmentos de datos, particularmente aquellos en los que la determinación del canal a emplearse depende del tamaño de la ráfaga de datos. Las realizaciones mejoran la probabilidad de aislar y medir la transferencia de un segmento de datos en un intervalo en el que la red está rindiendo en o cerca de la capacidad de caudal de estado estable. Esto permite una medición más precisa que refleja un caudal de estado estable estimado, y el cliente que recibe la información puede usar la información para adaptarse a cualquier congestión en la red.

30 La Figura 1 ilustra un sistema informático en red 100 que incluye diversos dispositivos informáticos alámbricos e inalámbricos que pueden utilizarse para implementar cualquiera de la monitorización de calidad de tráfico de red y comunicaciones de radio o procesos de optimización de transferencia de contenido de datos asociados con diversas realizaciones de la presente invención. La configuración de red específica mostrada en la Figura 1 se pretende para proporcionar un ejemplo de un sistema informático de alto nivel que puede facilitar diversos procesos de comunicaciones de red de las realizaciones desveladas en el presente documento.

35 En una realización, el sistema informático en red 100 incluye un grupo de dispositivos de proveedor de servicio (SPD) 110, 112 y 114; una red de comunicaciones de datos 102; una diversidad de equipo de usuario inalámbrico o móvil 108a-108c; uno o más dispositivos para facilitar comunicaciones de datos, 106a, 106b, 116, 118, 120 y 122; y uno o más equipos de usuario local, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132. Además de los componentes anteriormente descritos, el sistema informático en red 100 puede incluir otros tipos de componentes de red de acuerdo con diversas implementaciones.

45 Un grupo de dispositivos de proveedor de servicio puede incluir ordenadores de servidor (por ejemplo, dispositivos de controlador de red) o cualquier otro dispositivo de red común, tal como encaminadores, pasarelas o dispositivos de conmutación, que pueden soportar asignación de recursos de red y/o servicios de comunicaciones de datos digitales a diversos equipos de usuario (por ejemplo, cualquiera de los dispositivos terminales 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132) en el sistema informático en red 100. Una red de comunicaciones de datos 102 incluye Red de Área Extensa (WAN), Redes de Área Local (LAN), y porciones de las mismas.

50 Una diversidad de equipos de usuario remoto pueden incluir teléfono celular (o dispositivos móviles) 108a-108c junto con cualquier otra diversidad de dispositivos informáticos inalámbricos portátiles bien conocidos en la técnica (por ejemplo, teléfonos inteligentes, tabletas, ordenadores, ordenadores portátiles, dispositivos de libro electrónico, unidades de juegos portátiles, reproductores de música personal, grabadores de vídeo, dispositivos WI-FI™, etc.). El equipo de usuario remoto puede conectarse a la red de comunicaciones de datos 102 utilizando una o más estaciones base inalámbricas 106a-106b, o cualquier otra tecnología de comunicaciones de red inalámbrica o alámbrica común.

60 Una o más pasarelas de red, encaminadores, o dispositivos de conmutación 116 facilitan las comunicaciones de procesos de datos, en las LAN, y entre las LAN y la WAN de la red de comunicaciones de datos 102.

65 Uno o más equipos de usuario 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132 pueden conectarse inalámbricamente a una o más estaciones base de red local o remota 106a-106b, 118, 120 y 122, u opcionalmente directa o indirectamente conectarse a una porción de enlace de retroceso de la red (por ejemplo, a la red de comunicaciones de datos 102) mediante cualquier tecnología de comunicaciones alámbricas o inalámbricas. El equipo de usuario incluye ordenadores portátiles 124 y 128, dispositivos (o teléfonos) móviles inalámbricos 108a-108c, 126a-126c,

dispositivos de libro electrónico 130, unidades de juegos portátiles 132, reproductores de música personal, grabadores de vídeo, dispositivos Wi-Fi o similares.

5 En una realización, cualquiera de los SPD 110, 112 y 114 (incluyendo cualquiera de las estaciones base de red 106a, 106b, 118, 120 y 122), el encaminador, pasarela o dispositivo o dispositivos de conmutación 116, o cualquiera del equipo de usuario remoto o local 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132, puede configurarse para ejecutar cualquier sistema operativo conocido, incluyendo pero sin limitación, MICROSOFT®, WINDOWS®, MAC OS®, LINUX®, UNIX®, GOOGLE® CHROME®, o cualquier sistema operativo móvil común, incluyendo APPLE® IOS®, WINDOWS PHONE®, MOBILE LINUX®, GOOGLE® ANDROID®, etc.

10 En una realización, cualquiera de los SPD 106a, 106b, 110, 112, 114, 116, 118, 120 y 122 puede emplear cualquier número de dispositivos informáticos de servidor, sobremesa, portátil y personales comunes. En una realización, el equipo de usuario 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132 puede incluir cualquier combinación de dispositivos informáticos móviles comunes (por ejemplo, ordenadores portátiles, ordenadores portables, teléfonos celulares, PDA, unidades de juegos portátiles, dispositivos de libro electrónico, reproductores de música personal, grabadores de vídeo, etc.), que tienen capacidades de comunicaciones inalámbricas que emplean cualquier tecnología de comunicaciones de datos inalámbricas común, incluyendo, pero sin limitación: WI-FI™, WIMAX™, GSM™, UMTS™, LTE™, LTE Avanzada™, etc.

15 En una realización, las porciones de las LAN o la WAN de la red de comunicaciones de datos 102 pueden emplear cualquiera de las siguientes tecnologías de comunicaciones comunes: fibra óptica, cable coaxial, cable de par trenzado, cable de Ethernet, y cable por línea eléctrica, junto con cualquier tecnología de comunicación inalámbrica conocida en la técnica. En una realización, cualquiera de los SPD 110, 112 y 114, incluyendo cualquiera de las estaciones base de red 106a, 106b, 118, 120 y 122, el encaminador, pasarela, dispositivo o dispositivos de conmutación 116, o cualquiera del equipo de usuario remoto o local 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132, puede incluir cualquier software y hardware informático convencional necesario para procesar, almacenar y comunicar datos entre sí en el sistema informático en red 100. El hardware informático realizado en cualquiera de los dispositivos informáticos 106a, 106b, 108a-108c, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132 del sistema informático en red de datos 100 puede incluir uno o más procesadores, memorias volátiles y no volátiles, interfaces de usuario, transcodificadores y transceptores de comunicaciones alámbricas y/o inalámbricas, etc.

20 En una realización, cualquiera de los SPD 110, 112 y 114 (incluyendo cualquiera de las estaciones base de red 106a, 106b, 118, 120 y 122), el encaminador, pasarela, dispositivo o dispositivos de conmutación 116, o cualquiera del equipo de usuario remoto o local 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132, puede configurarse para incluir uno o más medios legibles por ordenador (por ejemplo, cualquier tipo de memoria volátil o no volátil común) codificados con un conjunto de instrucciones legibles por ordenador, que cuando se ejecutan, realizan una porción de uno o más de la monitorización de calidad de tráfico de red y comunicaciones de radio o procesos de optimización de transferencia de contenido de datos asociados con diversas realizaciones descritas en el presente documento.

25 La Figura 2 muestra una vista de diagrama de bloques de un SPD 200 de acuerdo con una realización. El SPD puede ser representativo de cualquiera de los dispositivos de proveedor de servicio remoto SPD 110, 112 y 114 (incluyendo las estaciones base de red 106a, 106b, 118, 120 y 122), y el encaminador, pasarela, dispositivo o dispositivos de conmutación 116 de la Figura 1. El SPD 200 puede incluir, pero sin limitación, uno o más dispositivos de procesador que incluyen una unidad de procesamiento central (CPU) 204. En una realización, la CPU 204 puede incluir una unidad aritmético lógica (ALU, no mostrada) que realiza operaciones aritméticas y lógicas y una o más unidades de control (CU, no mostradas) que extraen instrucciones y contenido almacenado de memoria y a continuación las ejecuta y/o las procesa, solicitando a la ALU cuando sea necesario durante la ejecución de programa. La CPU 204 ejecuta programas informáticos almacenados en las memorias de sistema volátil (RAM) y no volátil (ROM) del SPD 200, 202 y 208.

30 El SPD 200 puede incluir también una interfaz de usuario opcional 206 que permite que un administrador de proveedor de servicio interactúe con los recursos de software y hardware del dispositivo; un repositorio de software/base de datos 208; un transceptor 220 para transmitir recibir comunicaciones de datos de red entre diverso equipo de usuario de red (por ejemplo, cualquiera de los dispositivos 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132) y los SPD (por ejemplo, cualquiera de los SPD 106a, 106b, 110, 112, 114, 118, 120, 122 y 116) utilizando la red de comunicación de datos 102 del sistema informático en red 100; un transcodificador 218 para formatear comunicaciones de datos antes de la transferencia; y un bus de sistema 222 que facilita las comunicaciones de datos entre todos los recursos de hardware del SPD 200.

35 El repositorio de software/base de datos 208 del SPD 200 puede incluir un agente de transferencia de datos 210 (también denominado en el presente documento como un agente de regulación adaptativo o ATA) que puede facilitar ajuste en tiempo real de tasas de transferencia de datos basándose en comparaciones de máximo caudal de enlace a caudal de enlace real recibido desde uno o más equipos de usuario (como una realimentación) o desde un monitor de capacidad de enlace local o externo. El repositorio de software/base de datos 208 del SPD 200 puede incluir también un perfilador de enlace 214 que puede determinar una capacidad de caudal actual para una serie de

enlaces de red entre un emisor y un receptor, y una base de datos de perfiles de dispositivo de abonado 216 que puede almacenar información de perfil de equipo de usuario y recursos agotables residentes (información que pertenece a alimentación de batería, uso de procesador, memoria disponible, etc.). Adicionalmente, el repositorio de software/base de datos 208 del SPD 200 puede incluir un monitor de enlace de red opcional 212 que puede realizar la monitorización de caudal de enlace real para enlaces de red particulares de interés (también denominado en el presente documento como un agente de detección de capacidad de enlace o LCSA).

De acuerdo con una realización, la transferencia de datos puede tener lugar entre los dispositivos de envío y de recepción, (por ejemplo, un SPD 200, un proveedor de contenido de medios, o un equipo de usuario 300 como se muestra en la Figura 3). El agente de transferencia de datos 210 del SPD 200 puede estar enlazado lógicamente al perfilador de enlace 214 y a cualquiera del monitor de enlace de red opcional 212, o como alternativa al componente de monitor de enlace de red externo 312 del equipo de usuario 300. Las transferencias de datos entre un dispositivo emisor y receptor pueden gestionarse óptimamente, por ejemplo, regulando una tasa de transferencia de datos, o seleccionando periodos preferidos para entrega de contenido de datos. Tal gestión de transferencias de datos entre un emisor y receptor puede basarse en las evaluaciones en tiempo real de tráfico de red para enlaces de comunicaciones que son parte de la ruta de comunicaciones entre, y que incluyen opcionalmente, los dispositivos de envío y recepción.

La Figura 3 muestra una vista de diagrama de bloques de un equipo de usuario 300 de acuerdo con una realización. El equipo de usuario puede ser representativo de cualquiera de los terminales de equipo de usuario 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132 en la Figura 1. El equipo de usuario 300 puede incluir, pero sin limitación, uno o más dispositivos de procesador que incluyen una unidad de procesamiento central (CPU) 304. En una realización, la CPU 304 puede incluir también una unidad aritmético lógica (ALU, no mostrada) que realiza operaciones aritméticas y lógicas y una o más unidades de control (CU, no mostradas) que extraen instrucciones y contenido almacenado de memoria y a continuación las ejecuta y/o las procesa, solicitando a la ALU cuando sea necesario durante la ejecución de programa. La CPU 304 es responsable de ejecutar programas informáticos almacenados en las memorias de sistema volátil (RAM) y no volátil (ROM) 302 y 308 del equipo de usuario 300.

El equipo de usuario 300 puede incluir también, pero sin limitación, una interfaz de usuario 306 que permite que un usuario interactúe con sus recursos de software y hardware; un repositorio de software/base de datos 308; un transcodificador 318 para formatear comunicaciones de datos antes de la transferencia; un transceptor 320 para transmitir y recibir comunicaciones de red entre otro equipo de usuario de red (por ejemplo, cualquiera del equipo de usuario 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132), proveedores de contenidos de medios, y SPD (por ejemplo, cualquiera de los SPD 106a, 106b, 110, 112, 114, 116, 118, 120 y 122) utilizando la red de comunicación de datos 102 del sistema informático en red 100; y un bus de sistema 322 que facilita comunicaciones de datos entre todos los recursos de hardware del equipo de usuario 300.

El repositorio de software/base de datos 308 puede incluir un gestor de transferencia de datos 310 que facilita comunicaciones entre el equipo de usuario 300, diversos SPD (por ejemplo, cualquiera de los SPD 106a, 106b, 110, 112, 114, 116, 118, 120 y 122), proveedores de servicio de red (por ejemplo, proveedores de contenido de medios), así como otro equipo de usuario (por ejemplo, cualquiera del equipo de usuario 108a-108c, 124, 126a-126c, 128, 130 y 132) que utilizan la red de comunicación de datos 102 del sistema informático en red 100; un monitor de enlace de red 312 que puede monitorizar caudal de enlace real para enlaces de red particulares de interés (también denominado en el presente documento como un agente de detección de capacidad de enlace o LCSA); un monitor de recursos de dispositivo 314 que puede monitorizar recursos de dispositivo residentes (por ejemplo, tal como recursos de fuente de alimentación, procesamiento, memoria y comunicaciones); y un repositorio de aplicaciones local para almacenar diversas aplicaciones de usuario final que pueden permitir que el equipo de usuario 300 realice diversos procesos preferidos de usuario utilizando recursos de hardware y software residentes.

En una realización, el gestor de transferencia de datos 310 está lógicamente enlazado al monitor de enlace de red 312 (o como alternativa a un monitor de enlace de red externo), y el monitor de recursos de dispositivo 314, de manera que el equipo de usuario 300 puede monitorizar capacidades de enlace de red externo así como sus recursos agotables residentes para afectar las transferencias de datos entre sí mismo y un dispositivo informático externo (por ejemplo, un SPD 200, un proveedor de contenido de medios, u otro equipo de usuario). En una realización, en respuesta a analizar datos obtenidos del monitor de enlace de red 312 y/o del monitor de recursos de dispositivo 314 del equipo de usuario 300, una entrega de datos al equipo de usuario 300 puede gestionarse de manera óptima (por ejemplo, regulando una tasa de transferencia de datos o seleccionando periodos preferidos para entrega de contenido de datos). Esta gestión puede basarse en evaluaciones en tiempo real de tráfico de red para enlaces de comunicaciones que son parte de la ruta de comunicaciones entre (e incluyendo opcionalmente) dispositivos de envío y recepción (por ejemplo, un SPD 200, un proveedor de contenido de medios, o el equipo de usuario 300). Ejemplos de evaluaciones de gestión y tráfico de red pueden encontrarse en la Patente de Estados Unidos N.º 7.500.010, ADAPTIVE FILE DELIVERY SYSTEM AND METHOD, Harrang et al., expedida el 3 de marzo de 2009; Patente de Estados Unidos N.º 8.019.886, SYSTEMS AND METHODS FOR ENHANCED DATA DELIVERY BASED ON REAL TIME ANALYSIS OF NETWORK COMMUNICATIONS QUALITY AND TRAFFIC, Harrang et al., expedida el 13 de septiembre de 2011; y en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º 12/395.485, ADAPTIVE FILE DELIVERY SYSTEM AND METHOD Harrang et al., presentada el 27 de febrero de

2009. Aunque en esta divulgación, se describen muchas realizaciones usando una red inalámbrica en un sistema informático en red, las realizaciones no están limitadas a redes inalámbricas. Las realizaciones pueden ponerse en práctica también en sistemas informáticos en red usando redes alámbricas, o en una combinación de redes alámbricas e inalámbricas, y en otros tipos de redes y enlaces entre puntos de extremo (por ejemplo, enlace de retroceso alámbrico o de fibra, y cable coaxial).

En una realización, el equipo de usuario 300 puede solicitar una entrega de un proveedor de contenido de medios (un dispositivo emisor) para un fichero de contenido de medios grande (por ejemplo, un contenido de medios relacionado con música, una película, un programa de TV, una aplicación de software, un libro electrónico, un podcast, etc.) a su dispositivo inalámbrico 300 usando un protocolo de comunicaciones inalámbricas específico usando capas de protocolo inferiores (analizadas a continuación). Uno o más dispositivos de red (por ejemplo, el equipo de usuario 300 o los SPD 200) que emplean el protocolo de comunicaciones pueden detectar un estado de congestión de canal de red (por ejemplo, usando un monitor de enlace de red 212 o 312). El estado de congestión puede determinarse, por ejemplo, monitorizando el rendimiento de la entrega de fichero de contenido de medios a través de uno o más segmentos específicos de red (por ejemplo, midiendo/analizando una o más métricas de comunicaciones de red) en el enlace de extremo a extremo, midiendo un pico, o rendimiento de caudal de enlace de extremo a extremo mejor conseguible para los segmentos de red combinados (por ejemplo, con un dispositivo receptor, tal como el equipo de usuario 300), y a continuación comparar el caudal de segmento individual con el caudal de enlace de extremo a extremo pico. De esta manera, puede detectarse la congestión de red (mediante la comparación).

La Figura 4 ilustra un diagrama esquemático de la pila de protocolo de comunicaciones de red 400 de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI). La pila 400 incluye una capa física 402, una capa de enlace de datos 404, capa de red 406, una capa de transporte 408, una capa de sesión 410, una capa de presentación 412, y una capa de aplicación 414. Las capas de sesión, presentación y aplicación 410-414 se denominan en general como las capas de protocolo superiores (o capas de aplicación superiores) y corresponden a la capa de aplicación del Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de Internet (TCP/IP). La capa de transporte 408 de la pila OSI corresponde a la capa de transporte de la pila de protocolo de TCP/IP. La capa de transporte 408 y las capas subyacentes 402-406 se denominan en general como las capas de protocolo inferiores.

El acuse de recibo (ACK) del Protocolo de Control de Transmisión (TCP) es parte de un protocolo de comunicaciones de capa inferior que envía un acuse de recibo de que se han recibido datos por un receptor. La notificación de ACK de TCP puede usarse por un sistema de envío para determinar la cantidad de tiempo que tarda en entregar los datos. A su vez, esta medición puede usarse para calcular la tasa de caudal para los datos. A través de un periodo de transmisión de datos más largo, que puede variar de segundos a minutos, un sistema puede determinar una tasa promedio sostenible que indica el estado de la red, en contraste a tasas de entrega transitorias para periodos de transmisión menores de un segundo de duración. Desafortunadamente, un cálculo de tasa sencillo, basándose en el tamaño de una transferencia de datos dividido por el tiempo que tarda en tener lugar la transferencia, se ve sometido a condiciones que pueden comprometer la calidad y precisión de la medición de caudal. Por ejemplo, los protocolos de comunicaciones de capa inferiores existentes pueden tener efectos que dan como resultado mediciones de caudal de extremo a extremo imprecisas.

Las Figuras 5A-5C ilustran los efectos de distorsión potenciales creados por el uso de las capas de protocolo inferiores 402-408 al determinar la tasa promedio sostenible del caudal de datos de estado estable entre un emisor y receptor. Por ejemplo, como se ilustra en la Figura 5A, una red puede ser lenta en asignar recursos de un estado de modo en reposo de modo que tiene lugar un retardo en un periodo de tiempo 510 antes de que pueda accederse a un canal de velocidad superior en un periodo de tiempo 520. Un canal de comunicaciones de velocidad más lenta puede usarse durante el periodo de tiempo inicial 510 puesto que algunas redes celulares pueden tomar varios segundos para establecer una conexión de alta velocidad, y en algunas redes celulares puede tomar más duración de dos segundos cuando una célula de radio ya está operando a capacidad concurrente máxima. Puesto que este retardo potencial no se comunica típicamente a las capas de aplicación superiores, el cálculo de caudal puede presentarse menos preciso por el retardo al acceder al canal de velocidad superior en el periodo de tiempo 520.

En otro ejemplo ilustrado en la Figura 5B, en algunos casos los protocolos de nivel inferiores existentes dirigen paquetes de datos más pequeños para que se transmitan en múltiples canales de acceso más lentos. Por ejemplo, en redes celulares de conmutación de paquetes (por ejemplo, redes del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS™) o de la evolución a largo plazo (LTE™)), los canales de acceso de radio separados incluyen un canal de acceso múltiple compartido más lento para ráfagas de datos más cortas y un canal de alta velocidad especializado para ráfagas de datos más largas. Los tamaños de paquete más pequeños pueden dar como resultado periodos de transmisión más cortos, y en algunos casos se proporcionan tasas de caudal de estado no estable transitorias para periodos de transmisión de menos de un segundo de duración. Si el tamaño de la ráfaga de datos es mayor, pero se divide en paquetes más pequeños, la porción inicial de una ráfaga de datos mayor puede observar la transferencia de paquetes más pequeños en un canal de acceso múltiple compartido más lento en un periodo de tiempo 530, seguido por un aumento abrupto en la tasa ya que la ráfaga de datos transfiere a un canal especializado de velocidad superior en un periodo de tiempo 540. Por lo tanto la tasa de caudal de estado estable medida resultante puede ser imprecisa a menos que los efectos del desplazamiento en la velocidad de canal de 530

a 540 puedan aislarse y desagregarse. De nuevo, las capas de aplicación superiores típicamente no reciben información de capas de protocolo inferiores acerca del desplazamiento en la velocidad de canal, y por lo tanto las capas de aplicación no pueden descontar la medición de la porción inicial de una ráfaga de datos mayor que se transfiere fuera de condiciones de estado estable.

5 En otro ejemplo más ilustrado en la Figura 5C, un protocolo de control de flujo de ventana deslizante aplica un inicio lento durante la transferencia de datos. Los algoritmos de control de flujo de capa de transporte de IP tal como temporización de TCP-ACK se pretenden para adaptación de velocidad de enlace de extremo a extremo basándose en la temporización de acuses de recibo de receptor generados para cada paquete recibido. En lugar de sobrecargar la red en el inicio de la transferencia, el algoritmo opera en dos fases básicas: inicio lento (SS) 550 y evitación de congestión (CA) 560. En la fase de TCP-SS 550, paquetes de datos más pequeños (por ejemplo, paquetes de menos de dos kiloBytes en tamaño) se envían en una ventana. El tamaño de ventana se aumenta cada vez que se recibe el acuse de recibo del receptor. La cantidad de datos enviados aumenta exponencialmente a medida que se aumenta el tamaño de ventana puesto que el tamaño de la ventana delimita la cantidad de datos que el emisor puede transmitir antes de que se vea forzado a esperar para el siguiente acuse de recibo.

20 Dependiendo del tiempo de ida y vuelta (RTT) de la red, la fase de TCP-SS puede durar durante varios segundos. La fase de TCP-SS finaliza cuando el emisor detecta mediante realimentación de TCP-ACK que el aumento adicional en el tamaño de la ventana no da como resultado aumento adicional en la tasa de transmisión de paquetes global, es decir, el enlace de red tiene la capacidad alcanzada. En este punto la evitación de congestión (TCP-CA), o fase de estado estable 560 comienza cuando el emisor intenta mantener la tasa establecida en la fase de TCP-SS. El emisor puede sondear más lentamente para más capacidad en una forma lineal, pero una vez que comienza la fase de TCP-CA, el enlace puede decirse que está establecido en un estado que representa la capacidad de caudal de estado estable para el enlace de red que conecta el emisor y receptor.

25 Por lo tanto en los métodos de determinación de rendimiento de caudal de extremo a extremo que implican temporizar la entrega de una ráfaga de paquete del emisor al receptor, la capacidad de caudal de estado estable puede subestimarse si la fase de inicio lento no se deja de considerar de la medición. Esto se cumple particularmente en los métodos de capa superior de estimación de caudal que usan TCP o similares protocolos de subcapa de control de flujo de paquete de datos. Por ejemplo, las interfaces de programa de aplicación (API) que comunican el estado de TCP a las capas superiores a menudo carecen de implementaciones de pila de protocolo, haciendo difícil aislar las mediciones de fase de TCP-CA.

30 Para contabilizar la fase de TCP-SS, puede usarse una única ráfaga de datos para contabilizar al menos un periodo 570. En tales casos, puede usarse una ráfaga de datos inicial de tamaño fijo estimada. Usar una única ráfaga de datos de tamaño fijo, sin embargo, puede requerir consideración adicional. La Tabla 1 muestra tasas de entrega de datos, es decir, la cantidad de tiempo requerido para que un receptor reciba diferentes tamaños de ráfaga de datos a una velocidad de conexión de red dada.

40

TABLA 1

Tamaño de datos (en kB)	Tiempo para entregar (en s) - 50 kbps	Tiempo para entregar (en s) - 1 Mbps
16	2,6	0,128
32	5,1	0,256
64	10,2	0,512
128	20,5	1,024
256	41,0	2,048
512	81,9	4,096
1024	163,8	8,192

45 Por ejemplo, si la conexión de datos es un Mega-bit por segundo (Mbps) y el emisor envía 16 kiloBytes (kBytes) de datos, entonces el tiempo de transmisión sería aproximadamente de 128 milisegundos. Por lo tanto esta combinación de tamaño de ráfaga y tasa de conexión puede no ser suficientemente larga para cubrir el periodo 570, y la combinación puede ser insuficiente para tratar los efectos ilustrados en las Figuras 5A y 5B. Además, por naturaleza una ráfaga que dura únicamente 128 milisegundos puede ser sensible a imprecisiones en medición de temporización. Las ráfagas muy cortas típicamente son estimaciones imprecisas de rendimiento de caudal de estado estable de una red.

50 Como otro ejemplo, si la conexión de datos es cincuenta kilo-bits por segundo (kbps) y el emisor envía una ráfaga de datos de 256 kBytes, entonces la transmisión tomaría aproximadamente cuarenta y un (41) segundos. Esta combinación de tamaño de ráfaga y tasa de conexión puede tomar tanto tiempo que el retardo al determinar la tasa

de caudal de estado estable evita que el sistema informático responda a condiciones de congestión variables. Durante este periodo, el sistema informático no podría ajustarse a condiciones variables, por ejemplo, restringiendo el flujo de datos a través de imponer un periodo de espera entre solicitudes de datos o transferencias de segmentos de datos.

5 Las realizaciones del presente documento tratan los efectos de transferencia de datos de estado no estable como se ilustra en las Figuras 5A-5C, entre otros asuntos. Las realizaciones incluyen métodos y sistemas que permiten que las capas de protocolos superiores midan el rendimiento de caudal de estado estable en la presencia de desplazamientos de estado no estable en caudal a una porción del intervalo de datos de ráfaga que distorsionaría de otra manera la medición de estado estable. Un módulo de software cliente en un sistema de envío o un sistema de recepción determina el caudal de estado estable de la red del sistema de envío al sistema de recepción temporizando el rendimiento de entrega de un fichero o bloque de datos. Las aplicaciones de capa superior aíslan la porción del bloque de datos que se envía durante el intervalo donde la red está rindiendo en su capacidad de caudal de estado estable verdadera. El sistema de envío o el sistema de recepción pueden calcular correctamente el caudal de estado estable y en consecuencia usan la información para estimar de manera precisa la congestión presente en la red.

La Figura 6 ilustra un sistema informático en red 600 de acuerdo con una realización. El sistema informático 600 incluye un sistema de envío 602 y un sistema de recepción 604 ambos comunicativamente enlazados a una red 606. En algunas realizaciones, el sistema de envío 602 es un SPD 200 como se describe en el presente documento, un proveedor de contenido de medios, o equipo de usuario 300 como se describe en el presente documento. En algunas realizaciones, el sistema de recepción 604 es un SPD 200 como se describe en el presente documento, un proveedor de contenido de medios, o equipo de usuario 300 como se describe en el presente documento. Se entiende por lo tanto que un SPD 200, un proveedor de contenido de medios, o equipo de usuario 300 puede ser cualquiera de un sistema de envío o un sistema de recepción.

El sistema de envío 602 incluye una interfaz 610 para acceder a la red 606, un procesador 612, y almacenamiento 614 que contiene un fichero 616 para transmitirse a través de la red al sistema de recepción 604. El sistema de envío 602 puede incluir uno o más módulos con instrucciones para implementar métodos de entrega de fichero adaptativa.

El sistema de recepción 604 incluye una interfaz 618 para acceder a la red 606, un procesador 620, y almacenamiento 622 para almacenar copias de porciones del fichero 616 recibidas del sistema de envío 602 y para almacenar uno o más módulos para implementar instrucciones con respecto a métodos de entrega de fichero adaptativa. Se entiende que el sistema de envío 602 podría localizarse en una localización remota o estar localizado en alguna localización de red intermedia para distribuir contenido geográficamente más cerca de una pluralidad de usuarios finales.

Tanto el sistema de envío 602 como el sistema de recepción 604 incluyen un medio legible por ordenador no transitorio como parte del almacenamiento 614 y 622, respectivamente, para almacenar información. La información incluye instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan por los procesadores 612 y 620, respectivamente, realizan uno o más procesos asociados con las realizaciones de la presente invención. Por lo tanto, tanto el sistema de envío 602 como el sistema de recepción 604 pueden realizar las mediciones y cálculos analizados en el presente documento, y almacenar cualesquiera mediciones, variables, y resultados.

En una realización, el sistema de envío 602 comienza la transmisión de un fichero 616 al sistema de recepción 604 enviando un segmento de fichero 608 a través de la red 606 al sistema de recepción 604. En una realización, el segmento de fichero 608 es una copia de una porción del fichero 616. El sistema de recepción 604 recibe el segmento de fichero 608 y realiza acuse de recibo de la recepción del segmento de fichero en un acuse de recibo de retorno al sistema de envío 602.

La Figura 7 ilustra un proceso 700 para determinar la tasa promedio sostenible del caudal de datos de estado estable entre un sistema de envío y un sistema de recepción de acuerdo con una realización. El proceso 700, que puede implementarse en el sistema informático 600, trata efectos de transferencia de estado no estable de acuerdo con una realización. La red se denomina que está en un estado no estable si la red (por ejemplo, el enlace entre el sistema de envío y el sistema de recepción) se encuentra en un estado transitorio que no es representativo del rendimiento de estado estable de la red. En 710, el sistema de envío, antes de enviar datos, determina si existe un estado en reposo. En una realización, el sistema de envío comprueba si se ha alcanzado un tiempo de espera de conexión desde la última vez que se enviaron datos. El tiempo de espera de conexión puede ser una indicación de que la red ha vuelto a un estado en reposo, en el que los mecanismos de control de flujo de estado no estable están vigentes según se aplican a transferencias de datos entre un sistema de envío y un sistema de recepción a través de la red. Por ejemplo, un sistema informático puede alcanzar un estado en reposo cuando una o más capas de protocolo inferiores o algoritmos están preparados para aplicar o hacer aplicar mecanismos de control de flujo de estado no estable, por razones que pueden incluir la cantidad de tiempo transcurrido desde que se envió el último paquete (por ejemplo, temporizador agotado); una cantidad indeseable de pérdida de paquetes debido a errores o congestión; variación en latencia de entrega de paquete; aplicación de un activador umbral basado en política (por

ejemplo, valor de caudal de datos mínimo); o una señalización explícita por un elemento de red que la red ha devuelto al estado en reposo.

En 720, desde un estado en reposo, el sistema de envío comienza una serie de una o más pre-ráfagas de datos que contienen uno o más segmentos de fichero iniciales al sistema de recepción. Las pre-ráfagas de datos pueden usarse para establecer una condición de canal, por ejemplo en una realización que incluye una implementación inalámbrica. Las pre-ráfagas de datos pueden permitir que los protocolos de control de flujo de capa inferior y algoritmos estimen la capacidad de caudal de canal y detecten que una ráfaga de datos sostenida se encuentra en progreso. Las pre-ráfagas de datos se envían hasta que se alcanza un estado estable.

En una realización, cuando se ha alcanzado un estado estable (o poco después), el sistema de envío en 730 envía una o más ráfagas de medición de datos que siguen la fase de pre-ráfaga. La tasa de caudal de estado estable de la conexión entre el sistema de envío y el sistema de recepción se calcula usando estas ráfagas de medición. En una realización, únicamente se usan las ráfagas de medición enviadas después de las pre-ráfagas para calcular la tasa de caudal de estado estable para obtener una estimación más precisa de la tasa de caudal de estado estable. Como se usa en el presente documento, la expresión "condición de caudal de estado estable" o "condición de estado estable" se refiere a la condición de la red que enlaza el emisor y receptor para entregar datos a tasa de caudal constante o aproximadamente constante que puede sostenerse durante un periodo de tiempo durante el cual se entrega un segmento de fichero. En realizaciones típicas un paquete de datos es aproximadamente de 1500 Bytes de longitud y una pluralidad de paquetes de datos forman un segmento de fichero. En algunas realizaciones un segmento de fichero se describe adicionalmente como una pluralidad de sub-segmentos de aproximadamente 16 kBytes de longitud para que la entrega del segmento de fichero en condición de estado estable tenga lugar a través de una pluralidad de segundos.

Si el sistema no se encuentra en un estado en reposo en 710, el sistema de envío puede continuar con la transmisión de una o más ráfagas de medición de datos.

En 740, el caudal de estado estable calculado se usa para adaptar la entrega de fichero. Por ejemplo, en una realización, y como se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 7.500.010, ADAPTIVE FILE DELIVERY SYSTEM AND METHOD, Harrang et al., expedida el 3 de marzo de 2009, los sistemas de envío y recepción pueden regular una tasa de transferencia de datos o seleccionar periodos preferidos para entrega de contenido de datos basándose en un caudal promedio sostenible medido. Aislando el rendimiento de estado estable del rendimiento de la fase de arranque, puede obtenerse información más precisa. El caudal de estado estable calculado puede usarse para gestionar transferencias de datos entre el sistema de envío y el sistema de recepción o para otros fines de acuerdo con la implementación.

La Figura 8 ilustra un proceso de fase de pre-ráfaga de datos 800 de acuerdo con una realización. Desde un estado en reposo, un sistema de envío puede entrar en el establecimiento de conexión (CEP) en 810. En 812, el sistema de envío determina si se ha alcanzado un tiempo de espera de conexión, o un periodo de tiempo fijado entre transferencias de datos. En una realización, en el tiempo de cálculo (Now), el sistema de envío calcula

$$\text{Now} - T_{\text{lastDataRX}} > T_{\text{noCONP}}$$

donde  $T_{\text{lastDataRX}}$  es el tiempo desde que se enviaron y recibieron los últimos datos por el sistema de recepción, y  $T_{\text{noCONP}}$  es el tiempo máximo permitido para un tiempo de espera de conexión. Si  $T_{\text{noCONP}}$  no se supera, entonces el sistema de envío puede entrar en la fase de evitación de inicio lento en 820.

Si  $T_{\text{noCONP}}$  se supera, entonces el sistema de envío envía un segmento de datos en 814. Los protocolos de comunicaciones de nivel inferior pueden entregar ráfagas de datos en pequeños paquetes o segmentos de tamaño conocido. Por ejemplo, la unidad de transmisión máxima (MTU) de un protocolo de comunicaciones puede ser relativamente pequeña, generalmente no más de 1500 bytes en el caso de algunas implementaciones de TCP de Ethernet e inalámbricas. El menor tamaño de este paquete no movería el sistema fuera del canal de acceso múltiple más lento y en el canal de alta velocidad especializado, dando como resultado una distorsión de la medición de tasa de transferencia de datos de estado estable.

De acuerdo con una realización, el segmento de datos inicial puede ser de suficiente tamaño para establecer una conexión con una conexión de red inalámbrica de velocidad superior de modo que pueden facilitarse las mediciones de caudal de estado estable. En ciertas realizaciones, el tamaño de segmento de datos inicial es dieciséis kBytes o mayor. En otras realizaciones, el tamaño de segmento de datos inicial es menor que dieciséis kBytes. En otras realizaciones más, el tamaño del segmento de datos inicial se determina a partir de las configuraciones de protocolo de capa inferior que se sabe que se hacen aplicar durante una transmisión de datos inalámbrica. La transferencia del segmento de datos inicial no está incluida en la determinación de una tasa sostenible promedio.

En algunos casos, la tasa de la conexión de datos puede dar como resultado una breve transmisión del segmento de datos inicial que no supera otras condiciones de red (por ejemplo, casos cuando la red informática puede ser lenta al asignar recursos desde el estado en reposo). En tales casos, puede transferirse más de un segmento de datos inicial

para abarcar la duración de la fase de establecimiento de conexión (por ejemplo, 510 en la Figura 5A o 530 en la Figura 5B).

5 En las realizaciones, la duración de la fase de establecimiento de conexión puede ser un segundo, dos segundos o más de dos segundos dependiendo del tipo de red y configuración de la red conocida con antelación. En otros casos, la duración de esta etapa puede ser variable e informarse por la red. Ejemplos incluyen determinar la duración monitorizando la tasa de transferencia de datos, monitorizando latencia de transferencia de datos, o recibiendo una respuesta de la red cuando se consulta por un sistema de envío o de recepción. En algunas realizaciones, el número de segmentos de datos iniciales a transferirse puede determinarse de tasas de caudal  
10 previamente medidas para recursos de velocidad inferior, o determinarse a partir de una tasa por defecto. De esta manera, la duración de la ráfaga de datos inicial puede fijarse, por ejemplo, enviando una cantidad de datos fija. Los segmentos de datos iniciales transferidos no están incluidos en la determinación de una tasa sostenible promedio.

15 Después de que se han establecido los recursos de canal, el sistema de envío entra en la fase de evitación de inicio lento 820 en una realización. En 822, el sistema de envío establece un temporizador ( $T_{REM}$ ) al periodo de tiempo de fase de evitación de inicio lento objetivo ( $T_{SSA}$ ). El periodo de tiempo para la fase de evitación de inicio lento puede estimarse para diferentes configuraciones de sistema informático. El periodo de tiempo inicial puede obtenerse de un fichero de configuración, o de una configuración proporcionada por el sistema informático o la red. En algunos casos,  
20 el periodo de tiempo inicial es dependiente de una estimación del tiempo de ida y vuelta (RTT) del enlace determinado del protocolo de temporización RTT ACK. El periodo de tiempo puede opcionalmente dejar de considerar la cantidad de tiempo asociado con la transferencia del segmento de datos inicial en la fase de establecimiento de conexión.

25 En algunos casos,  $T_{SSA}$  puede ser un periodo de tiempo dado, por ejemplo, un segundo, basándose en factores de red. En otros casos,  $T_{SSA}$  puede establecerse a menos de un segundo. En otros casos más,  $T_{SSA}$  puede configurarse para ser más de un segundo.  $T_{SSA}$  puede establecerse en el sistema de recepción y/o el sistema de envío; en un nivel de sistema informático (incluyendo los sistemas de envío y recepción); o en un nodo en el sistema informático. Los factores que pueden afectar a  $T_{SSA}$  incluyen la naturaleza de la red informática; la localización en una red informática; rendimiento de red histórico; experiencia del operador de red; o una combinación de estos factores o  
30 similares.

En 824, el sistema de envío determina si se ha determinado una tasa de caudal recientemente medida. En una realización, donde  $R_{Base}$  es una tasa determinada durante la fase de ráfaga de medición de datos (por ejemplo, 730 en la Figura 7), y  $T_{RBase}$  es el tiempo cuando se determinó  $R_{Base}$ , el sistema de envío puede calcular  
35

$$\text{Now} - T_{RBase} > T_{RBase\_stale}$$

donde Now es el tiempo de cálculo y  $T_{RBase\_stale}$  es el tiempo máximo permitido desde la última medición de  $R_{Base}$ .

40 Si el periodo de tiempo calculado supera el tiempo máximo permitido desde que se midió la última  $R_{Base}$ , entonces la última tasa medida  $R_{Base}$  puede ser pasada y el sistema de envío establece  $R_{Base}$  a una tasa de transferencia por defecto que puede configurarse en 826. Por ejemplo, una transferencia de datos por defecto puede ser 50 kbps. En este caso, el sistema de envío establece  $T_{RBase}$  al tiempo cuando se inició  $R_{Base}$  a la tasa de transferencia por defecto. Si el periodo de tiempo calculado no supera el tiempo máximo permitido desde que se midió la última  $R_{Base}$ ,  
45 entonces la última tasa medida  $R_{Base}$  puede usarse y  $T_{RBase}$  es el tiempo en el que se midió por última vez  $R_{Base}$ .

En una realización, en 828,  $R_{Base}$  se usa como la base para realizar una estimación de cuántos bytes de datos enviar para que la ráfaga de datos abarque  $T_{SSA}$  y alcance condiciones de transferencia de datos de estado estable. El sistema de envío estima el tamaño de la ráfaga de datos,  $Size_{burst}$ , como el mayor de un tamaño de partición mínimo  
50 o

$$R_{Base} * T_{REM}$$

55 donde el tamaño de partición es un tamaño de segmento de datos mínimo configurable. En ciertas realizaciones, el tamaño de partición es dieciséis kBytes o mayor. En otras realizaciones, el tamaño de partición es menor de dieciséis kBytes. Después de que se determina el tamaño de la ráfaga de datos, el sistema de envío actualiza la cantidad total agregada de datos entregados al sistema de recepción (o  $Size_{total}$ ) durante el CSSAP.

60 En 830, el sistema de envío envía una ráfaga de datos en respuesta a una solicitud para  $Size_{burst}$  desde el sistema de recepción. El sistema de envío realiza rastreo de la cantidad de datos que envía para cumplir los requisitos de  $Size_{burst}$ . Además, el sistema de recepción puede obtener el tiempo para la entrega de la ráfaga de datos ( $T_{burst}$ ), por ejemplo midiendo el inicio y final de la ráfaga. Si la ráfaga de datos enviada es la primera ráfaga de datos, entonces en una realización el sistema de recepción inicializa el tiempo de la primera solicitud para la fase de evitación de inicio lento,  $T_{start}$ , al tiempo en el que se envió la primera ráfaga de datos.  
65

En 832, el sistema de recepción compara el tiempo para la ráfaga de datos ( $T_{burst}$ ) a  $T_{REM}$  (el tiempo restante en el

periodo de inicio lento):

$$T_{burst} > T_{REM}$$

- 5 Si  $T_{burst}$  es mayor que  $T_{REM}$ , entonces el tiempo para la ráfaga de datos supera el tiempo restante en la fase de evitación de inicio lento, que en una realización indica que el tiempo  $T_{SSA}$  se ha conseguido y que se han conseguido condiciones de estado estable. En este caso, el sistema sale de la fase de evitación de inicio lento en 836 puesto que ha completado la transferencia de datos durante la fase de inicio lento.
- 10 Si en 832,  $T_{burst}$  es menor que  $T_{REM}$ ,  $T_{REM}$  se reduce en  $T_{burst}$  en 834 y a continuación se determina otro tamaño de ráfaga de datos para transferir desde el sistema de envío al sistema de recepción. En este caso,  $T_{SSA}$  no se ha superado, que indica que el sistema de envío puede no estar en un estado estable. En una realización, si se requieren múltiples ráfagas de datos para conseguir  $T_{SSA}$ , entonces la solicitud para la siguiente ráfaga se envía inmediatamente al sistema de envío cuando el sistema de recepción recibe la ráfaga de datos anterior. Las ráfagas de datos pueden enviarse consecutivamente sin tiempos de espera insertados entre solicitudes.
- 15

La Figura 9 ilustra un proceso de fase de medición 900 de acuerdo con una realización. En 910, el sistema de envío ha salido de la fase de evitación de inicio lento y ha entrado en la fase de medición de canal (CMP). Si en 910 la fase anterior fue una CMP a diferencia de una SSAP, entonces  $T_{START}$  se resetea a Now. En 920, el sistema de envío establece un temporizador ( $T_{REM-CMP}$ ) al periodo de tiempo de fase de medición de canal objetivo ( $T_{CMP}$ ). El periodo de tiempo para la fase de medición de canal puede estimarse para diferentes configuraciones de sistema informático, o puede estimarse como el tiempo requerido para transferir un fichero de datos a una transferencia de datos por defecto, por medio de ejemplos no limitantes. El periodo de tiempo inicial puede ser desde un fichero de configuración, o basándose en una configuración proporcionada por el sistema informático o la red. En algunos casos, el periodo de tiempo inicial es dependiente de una estimación del tiempo de ida y vuelta (RTT) del enlace determinado del protocolo de temporización RTT ACK. El periodo de tiempo puede dejar de considerar opcionalmente la cantidad de tiempo asociado con la transferencia del segmento de datos inicial en la fase de establecimiento de conexión y la fase de evitación de inicio lento.

20

25

30 En una realización, en 930,  $R_{Base}$ , la estimación más reciente de la tasa de caudal de estado estable, puede usarse como la base para realizar una estimación de cuántos bytes de datos enviar para que la ráfaga de datos abarque  $T_{CMP}$ . El sistema de recepción estima el tamaño de la ráfaga de datos,  $Size_{burst-CMP}$ , como el mayor de un tamaño de partición mínimo o

$$35 \quad R_{Base} * T_{REM-CMP}$$

donde el tamaño de partición es un tamaño de segmento de datos mínimo configurable. En ciertas realizaciones, el tamaño de partición es dieciséis kBytes o mayor. En otras realizaciones, el tamaño de partición es menor de dieciséis kBytes. Después de que se determina el tamaño de la ráfaga de datos, el sistema de recepción actualiza la cantidad total agregada de datos entregados al sistema de recepción durante la fase de medición de canal ( $Size_{total-CMP}$ ).

40

En 940, el sistema de recepción envía una ráfaga de datos en respuesta a una solicitud para  $Size_{burst-CMP}$  desde el sistema de recepción. El sistema de recepción realiza el rastreo de la cantidad de datos que envía para cumplir los requisitos de  $Size_{burst-CMP}$ . Además, el sistema de recepción puede obtener el tiempo para la entrega de ráfaga de datos ( $T_{burst-CMP}$ ), por ejemplo midiendo el inicio y final de la ráfaga. Si la ráfaga de datos enviada es la primera ráfaga de datos, a continuación en una realización el sistema de envío inicializa el tiempo de la primera solicitud para la fase de medición de canal,  $T_{start-CMP}$ , al tiempo en el que se envía la primera ráfaga de datos en esta fase.

45

50 El sistema de recepción en 940 puede actualizar también  $R_{Base}$  a la tasa en la que se descarga la ráfaga de datos,  $R_{BURST}$ , en cada ciclo de ráfaga de datos de fase de medición de canal. Desde que se midió  $R_{BURST}$  durante la fase de medición de canal, representa la última estimación de la tasa de caudal de estado estable.  $T_{RBase}$ , el tiempo en el que se midió por última vez  $R_{Base}$ , también se actualiza. Ya que el canal se espera que esté en estado estable, la tasa de descarga para cada ráfaga de datos puede usarse para estimar el siguiente tamaño de ráfaga de datos. Esta estimación se considera sensible al tiempo y puede volverse pasada\_\_ después de un intervalo dado si no se envían ráfagas adicionales.

55

En 950, después de que se envía la ráfaga de datos, el sistema de recepción compara el tiempo para la ráfaga de datos ( $T_{burst-CMP}$ ) a  $T_{REM-CMP}$ :

60

$$T_{burst-CMP} < T_{REM-CMP} * BT$$

donde BT es un factor aplicado opcionalmente que reduce  $T_{REM-CMP}$ . En un ejemplo, BT puede ser un factor numérico positivo de menos de uno. En una realización, por ejemplo, BT puede ser siete décimas (0,7). La inclusión de BT evita que se envíe otra ráfaga de datos por el sistema de envío si, al enviar la ráfaga de datos,  $T_{burst-CMP}$  se extendiera sustancialmente pasado el tiempo de fase objetivo acumulativa  $T_{CMP}$ . Si  $T_{burst-CMP}$  es menor que  $T_{REM-CMP} *$

65

BT, entonces  $T_{REM-CMP}$  se reduce por  $T_{burst-CMP}$  en 960, y el sistema de envío procesa otra solicitud de ráfaga de datos desde el sistema de recepción.

5 Si en 950,  $T_{burst-CMP}$  es mayor que  $T_{REM-CMP} * BT$ , entonces en 970 el sistema de recepción calcula la tasa de caudal global determinando el tiempo total desde que se estableció por último lugar  $T_{START}$  ( $T_{total}$ ) y calculando la tasa de descarga  $R_{DL}$ ,

$$R_{DL} = \text{Size}_{total} / T_{total}$$

10 La tasa de caudal de estado estable puede determinarse a partir del tiempo total desde el comienzo de la fase de medición de canal ( $T_{total-CMP}$ ) y calculando la tasa de descarga  $R_{SS}$

$$R_{SS} = \text{Size}_{total-CMP} / T_{total-CMP}$$

15 En una implementación, este caudal de estado estable promediado  $R_{SS}$  se usa por el sistema de envío para control de flujo para calcular y aplicar una tasa promedio  $R_{max}$ . En ráfagas de datos posteriores, el emisor puede conseguir control de flujo midiendo el ritmo de las solicitudes para ráfagas posteriores con intervalos de espera entre solicitudes. Un cálculo ejemplar del intervalo de espera en 980 puede ser como sigue

$$20 \quad T_{wait} = (\text{Size}_{total-CMP} / R_{max}) - T_{total-CMP}$$

El proceso de descarga global esperará esta cantidad de tiempo ( $T_{wait}$ ) antes de iniciar una nueva ronda después de que el sistema de envío sale de la fase de medición en 990. En una realización, si  $T_{wait}$  es cero o negativo, entonces esto significa que el receptor puede solicitar inmediatamente el siguiente paquete de datos. Cualquier dato restante puede enviarse en ráfagas (por ejemplo, en 930) sin entrar en la fase de establecimiento de conexión o la fase de evitación de inicio lento. En un ejemplo, pueden enviarse datos en ráfagas sin volver a entrar en las fases de inicio lento o de medición si el periodo de espera total no supera valores de reseteo de protocolo de capa inferior.

La Figura 10 ilustra un proceso de fase de evaluación 1000 de acuerdo con una realización. Al final de la fase de medición, el sistema de recepción puede entrar en una fase de evaluación 1010. En 1020, el sistema de recepción determina si el intervalo de espera  $T_{wait}$  supera o no un tiempo máximo permitido entre ráfagas,  $T_{noSSA}$ , usando reglas por defecto basándose en temporizadores internos de TCP y protocolos. El sistema de recepción también determina si el intervalo de espera  $T_{wait}$  supera o no un tiempo máximo permitido para un tiempo de espera de conexión,  $T_{noCONP}$ , usando las reglas por defecto. Si el tiempo de espera supera los detalles por defecto de TCP o el tiempo de espera de conexión máximo, el sistema puede repetir las fases de inicio lento entrando en el establecimiento de conexión (cuando se supera  $T_{noCONP}$ ) o la fase de evitación de inicio lento (cuando se supera  $T_{noSSA}$ ) en 1030. Si el  $T_{wait}$  no se supera  $T_{noSSA}$  o  $T_{noCONP}$ , entonces el sistema puede entrar en la fase de medición de canal en 1040. Por ejemplo, si TCP tiene un valor de tiempo de espera de retransmisión (RTO), y si el intervalo en reposo entre ráfagas de datos es menor que el valor de RTO, entonces TCP no debería de volver a entrar en una fase de inicio lento y continuar a 1040. En otro ejemplo más, la pila de TCP puede implementar un algoritmo para reusar la información de TCP de estado entre ráfagas de datos con intervalos en reposo intercalados cortos. Esto tiene lugar en algunas implementaciones de TCP modernas (por ejemplo, IETF RFC 2581). Con esta información, las capas de aplicación superiores pueden poder adaptar el control de flujo para evitar un retorno innecesario a una fase de inicio lento.

La Figura 11 ilustra secuencias de ráfagas de datos de acuerdo con una realización. Una ráfaga de datos puede organizarse en sub-ráfagas, que pueden transferirse en uno o más segmentos de datos, como un ejemplo. La primera sub-ráfaga 1110 es de un tamaño suficiente para activar un canal de comunicación de velocidad superior a través del periodo de tiempo  $T_{CONP}$ . Por ejemplo, la sub-ráfaga 1110 es lo suficientemente grande para permitir que un canal inalámbrico pase a una configuración de velocidad alta. A continuación, la sub-ráfaga 1120 se envía durante la fase de inicio lento, y es de suficiente tamaño en Bytes de datos (equivalente a una duración de tiempo de transmisión suficiente) de manera que el sistema puede pasar a su estado estable. Como un ejemplo, la sub-ráfaga 1120 permite que un protocolo de control de flujo de transporte, tal como TCP, se mueva fuera de la fase de inicio lento. Una sub-ráfaga final 1130 puede usarse a continuación para calcular un caudal de estado estable. Por ejemplo, el caudal de estado estable promedio se determina temporizando la entrega de la sub-ráfaga 1130 sin considerar las sub-ráfagas de estado no estable 1110 y 1120.

En la Figura 11, después de las sub-ráfagas 1110, 1120 y 1130, el emisor puede iniciar el envío de sub-ráfagas de datos adicionales 1130 en un tiempo que permite a la red permanecer en configuración de estado estable. La transferencia de datos puede tener en cuenta el caudal de estado estable promedio calculado en relación a 1130, y pueden imponerse tiempos de espera ( $T_{wait}$ ) entre las transferencias de segmentos de datos para adaptarse a condiciones congestionadas. No son necesarias transferencias de datos de pre-ráfagas de fase de conexión (1110) o fase de evitación de inicio lento (1120) durante la transferencia de datos de estado estable. En las realizaciones, esto puede tener lugar cuando  $T_{wait}$  es menor que  $T_{idle}$ .

Si, después de la transferencia de datos de estado estable, el emisor envía otra ráfaga, el sistema informático

consulta si esta transferencia se inicia antes del agotamiento de un temporizador establecido desde que se recibió la última transferencia de datos. En la Figura 11,  $T_{idle}$ , es el tiempo requerido después de que se haya detenido la transmisión de datos, en una condición de transferencia de estado estable, hasta que la red ya no esté en estado estable. Si el tiempo se ha agotado y superado  $T_{idle}$ , se continúa de nuevo la siguiente transferencia de datos por las sub-ráfagas 1110 y 1120 para permitir que la red pase a estado estable antes de comenzar la ráfaga de fase de medición de conexión. El número de ráfagas requeridas para conseguir los tiempos de fase de conexión o fase de evitación de inicio lento o fase de medición de conexión pueden ajustarse como se ilustra enviando múltiples sub-ráfagas. Esto permite que el algoritmo opere a través de diferentes capacidades de caudal de red y niveles de rendimiento.

Aunque las realizaciones del presente documento se basan en estimaciones de la duración de tiempo o criterio de tamaño/volumen de datos (o ambos) para modelar el paso de una configuración de red en un estado estable, puede entenderse que pueden implementarse también otros métodos de señalar una red de estado estable en relación con las realizaciones descritas en el presente documento. Por ejemplo, en algunos sistemas, podría consultarse o señalizarse al emisor o receptor por protocolos de capa inferior cuando se consiga caudal de estado estable. En otro ejemplo, el sistema operativo del sistema de envío podría proporcionar una API que comunique la congestión del estado de TCP de modo que una aplicación de capa superior podría detectar cuándo se salió de la fase de inicio lento (es decir, se entró en la fase de evitación de congestión). En otro ejemplo, el emisor o receptor podrían consultar el estado de protocolos inalámbricos y variables de estado que podrían indicar si una red inalámbrica estaba en estado estable. Podría usarse una API de sistema operativo de terminal inalámbrico para determinar qué tipo de canal de datos estaba actualmente en uso para transferencia de datos.

En otro ejemplo más, un nodo de red que aplica una política de control de flujo podría consultar o señalar al emisor o receptor cuándo la red estaba en configuración de flujo de estado estable entre emisor y receptor. En un ejemplo adicional, el emisor o receptor podrían detectar indirectamente cuándo TCP estaba en estado estable consultando el sistema operativo del emisor con una API para variables de estado que indican que una fase de inicio lento no estaba efectuándose. Por ejemplo, podría consultarse el tamaño de ventana de congestión y la tasa de cambio en tamaño y podría determinarse la fase de congestión de TCP. Si la ventana de congestión de TCP no aumentó geoméricamente el flujo podría inferirse para que no fuera más largo en el inicio lento.

Por ejemplo, puede apreciarse que la divulgación puede usarse en redes inalámbricas, redes alámbricas, redes de fibra y redes coaxiales en solitario, o en combinación.

## REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 enviar (720) al menos una pre-ráfaga de datos a un sistema de recepción (604) durante una primera condición de red entre un sistema de envío (602) y el sistema de recepción (604), incluyendo la pre-ráfaga de datos un primer segmento de fichero de un fichero para que se envíe desde el sistema de envío (602) al sistema de recepción (604), teniendo la primera condición de red una tasa de caudal de datos que se encuentra por debajo de una  
10 tasa de caudal de datos de estado estable para un enlace de red que acopla los sistemas de recepción (604) y de envío (602);  
enviar (730) al menos una ráfaga de medición de datos al sistema de recepción (604) por el sistema de envío (602) durante una segunda condición de red, incluyendo la ráfaga de medición de datos un segundo segmento de fichero del fichero, teniendo la segunda condición de red la tasa de caudal de datos de estado estable, siendo la tasa de caudal de datos de estado estable una tasa de caudal de datos que se encuentra en o cerca de una  
15 capacidad sostenible del enlace de red;  
calcular la tasa de caudal de datos de estado estable basándose en la ráfaga de medición de datos enviada durante la segunda condición de red sin usar ninguna medición de datos para la pre-ráfaga durante la primera condición de red;  
establecer (740) una característica de transferencia de datos basándose en la tasa de caudal de datos de estado estable calculada para enviar un tercer segmento de fichero del fichero al sistema de recepción; y  
20 enviar el tercer segmento de fichero al sistema de recepción a una tasa de transmisión de datos que está basada en una tercera condición de red entre los sistemas de recepción y de envío y la característica de transferencia de datos definida en la operación de ajuste.

25 2. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:

determinar si ha tenido lugar o no un tiempo de espera de conexión; y  
enviar un segmento de datos inicial para establecer una conexión de canal si se determina que el tiempo de  
30 espera de conexión ha tenido lugar.

3. El método de la reivindicación 1, que comprende, además:

establecer una duración de tiempo para alcanzar la segunda condición de red,  
en el que la pre-ráfaga de datos se envía hasta que se alcanza la duración de tiempo.

35 4. El método de la reivindicación 3, en el que la duración de tiempo para alcanzar la segunda condición de red se obtiene a partir de un fichero de configuración.

40 5. El método de la reivindicación 3, en el que la pre-ráfaga de datos es una primera pre-ráfaga de datos, en el que el sistema de envío envía una segunda pre-ráfaga de datos si un tiempo de transmisión para la primera pre-ráfaga de datos es menor que la duración de tiempo para alcanzar la segunda condición de red, y en el que la segunda pre-ráfaga de datos incluye un cuarto segmento de fichero del fichero.

45 6. El método de la reivindicación 1, en el que la característica de transferencia de datos es un intervalo de espera entre transferencias de ráfagas de datos.

7. El método de la reivindicación 6, que comprende adicionalmente calcular una tasa de caudal de estado estable actualizada cuando el intervalo de espera supera un tiempo máximo entre transferencias de ráfagas de datos.

50 8. El método de la reivindicación 2, en el que el segmento de datos inicial se envía a través de un periodo de establecimiento de canal, y en el que el periodo de establecimiento de canal se obtiene desde un fichero de configuración.

9. El método de la reivindicación 2, en el que el segmento de datos inicial es al menos 16 kBytes.

55 10. El método de la reivindicación 1, en el que cada segmento de fichero es al menos 16 kBytes.

11. Un método que comprende:

60 recibir al menos una pre-ráfaga de datos desde un sistema de envío durante una primera condición de red entre el sistema de envío y un sistema de recepción, incluyendo la pre-ráfaga de datos un primer segmento de fichero de un fichero para que se envíe desde el sistema de envío al sistema de recepción, teniendo la primera condición de red una tasa de caudal de datos que está por debajo de una tasa de caudal de datos de estado estable para un enlace de red que acopla los sistemas de recepción y de envío;  
65 recibir por el sistema de recepción al menos una ráfaga de medición de datos desde el sistema de envío durante una segunda condición de red, incluyendo la ráfaga de medición de datos un segundo segmento de fichero del

fichero, teniendo la segunda condición de red la tasa de caudal de datos de estado estable, siendo la tasa de caudal de datos de estado estable una tasa de caudal de datos que se encuentra en o cerca de una capacidad sostenible del enlace de red;

5 calcular la tasa de caudal de datos de estado estable basándose en la ráfaga de medición de datos enviada durante la segunda condición de red sin usar ninguna medición de datos para la pre-ráfaga durante la primera condición de red;

establecer una característica de transferencia de datos basándose en la tasa de caudal de datos de estado estable calculada para recibir un tercer segmento de fichero del fichero; y

10 recibir el tercer segmento de fichero a una tasa de transmisión de datos que está basada en una tercera condición de red entre los sistemas de recepción y de envío y la característica de transferencia de datos definida en la operación de ajuste.

12. Un aparato para determinar tasas de transferencia de datos de caudal de estado estable que comprende:

15 un sistema de envío que tiene un medio legible por ordenador no transitorio con instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, realizan un método que incluye:

20 enviar al menos una pre-ráfaga de datos a un sistema de recepción durante una primera condición de red entre el sistema de envío y el sistema de recepción, incluyendo la pre-ráfaga de datos un primer segmento de fichero de un fichero para que se envíe desde el sistema de envío al sistema de recepción, teniendo la primera condición de red una tasa de caudal de datos que está por debajo de una tasa de caudal de datos de estado estable para un enlace de red que acopla los sistemas de recepción y de envío;

25 enviar al menos una ráfaga de medición de datos al sistema de recepción por el sistema de envío durante una segunda condición de red, incluyendo la ráfaga de medición de datos un segundo segmento de fichero del fichero, teniendo la segunda condición de red la tasa de caudal de datos de estado estable, siendo la tasa de caudal de datos de estado estable una tasa de caudal de datos que se encuentra en o cerca de una capacidad sostenible del enlace de red;

30 calcular la tasa de caudal de datos de estado estable basándose en la ráfaga de medición de datos enviada durante la segunda condición de red sin usar ninguna medición de datos para la pre-ráfaga durante la primera condición de red;

establecer una característica de transferencia de datos basándose en la tasa de caudal de datos de estado estable calculada para enviar un tercer segmento de fichero del fichero; y

35 enviar el tercer segmento de fichero al sistema de recepción a una tasa de transmisión de datos que está basada en una tercera condición de red entre los sistemas de recepción y de envío y la característica de transferencia de datos definida en la operación de ajuste.

13. El aparato de la reivindicación 12, en el que el método incluye adicionalmente determinar si ha tenido lugar o no un tiempo de espera de conexión; y recibir un segmento de datos inicial para establecer una conexión de canal si se determina que ha tenido lugar el tiempo de espera de conexión.

40 14. Un aparato para determinar tasas de transferencia de datos de caudal de estado estable que comprende:

un sistema de recepción que tiene un medio legible por ordenador no transitorio con instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en el mismo que, cuando se ejecutan, realizan un método que incluye:

45 recibir al menos una pre-ráfaga de datos desde un sistema de envío durante una primera condición de red entre el sistema de envío y el sistema de recepción, incluyendo la pre-ráfaga de datos un primer segmento de fichero de un fichero para que se envíe desde el sistema de envío al sistema de recepción, teniendo la primera condición de red una tasa de caudal de datos que está por debajo de una tasa de caudal de datos de estado estable para un enlace de red que acopla los sistemas de recepción y de envío;

50 recibir por el sistema de recepción al menos una ráfaga de medición de datos desde el sistema de envío durante una segunda condición de red, incluyendo la ráfaga de medición de datos un segundo segmento de fichero del fichero, teniendo la segunda condición de red la tasa de caudal de datos de estado estable, siendo la tasa de caudal de datos de estado estable una tasa de caudal de datos que se encuentra en o cerca de una capacidad sostenible del enlace de red;

55 calcular la tasa de caudal de datos de estado estable basándose en la ráfaga de medición de datos enviada durante la segunda condición de red sin usar ninguna medición de datos para la pre-ráfaga durante la primera condición de red;

60 establecer una característica de transferencia de datos basándose en la tasa de caudal de datos de estado estable calculada para recibir un tercer segmento de fichero del fichero; y recibir el tercer segmento de fichero al sistema de recepción a una tasa de transmisión de datos que está basada en una tercera condición de red entre los sistemas de recepción y de envío y la característica de transferencia de datos definida en la operación de ajuste.

65 15. El aparato de la reivindicación 14, en el que el método incluye adicionalmente establecer una duración de tiempo para alcanzar la condición de caudal de estado estable, en el que la pre-ráfaga de datos se envía hasta que se

alcanza la duración de tiempo.

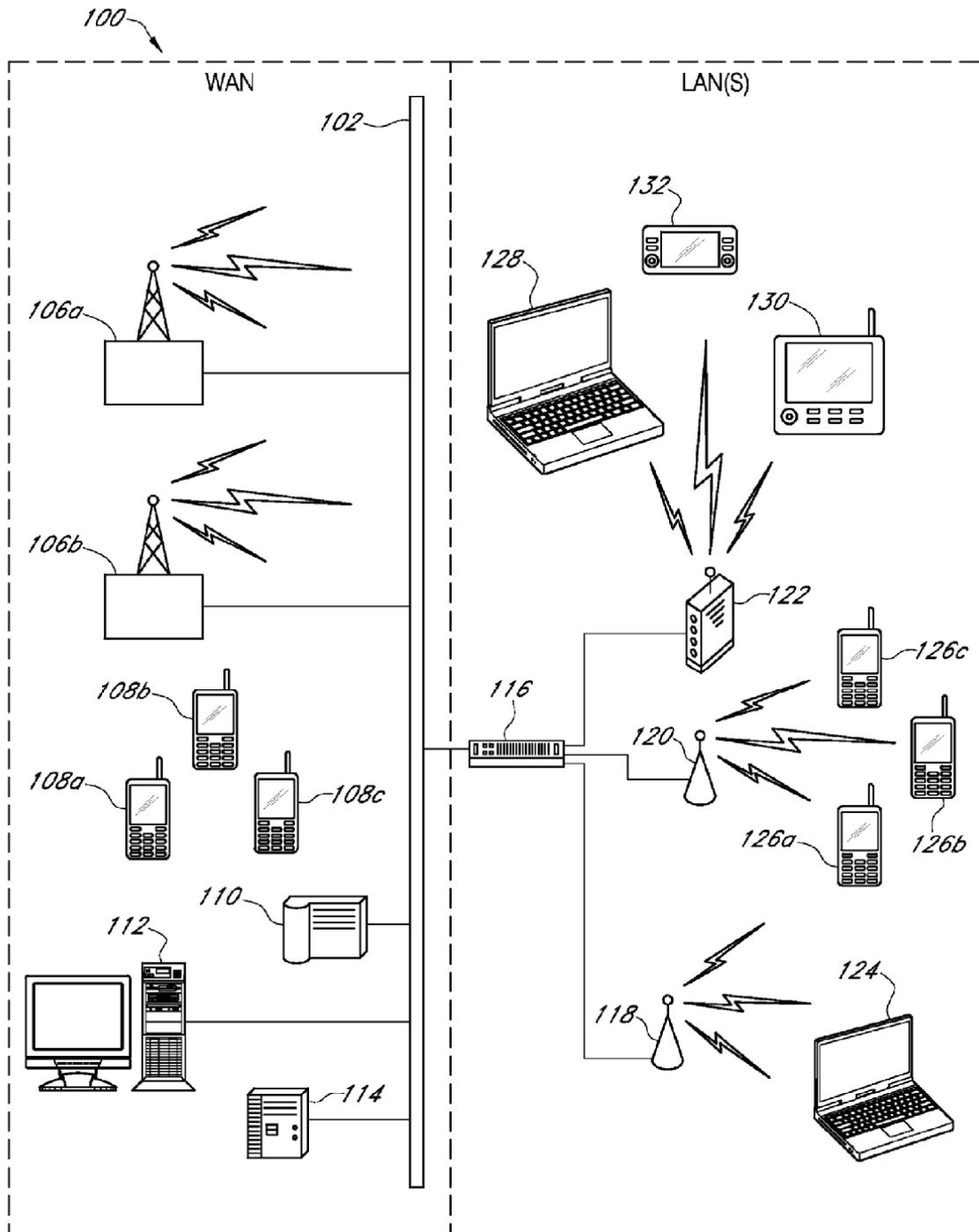


FIG. 1

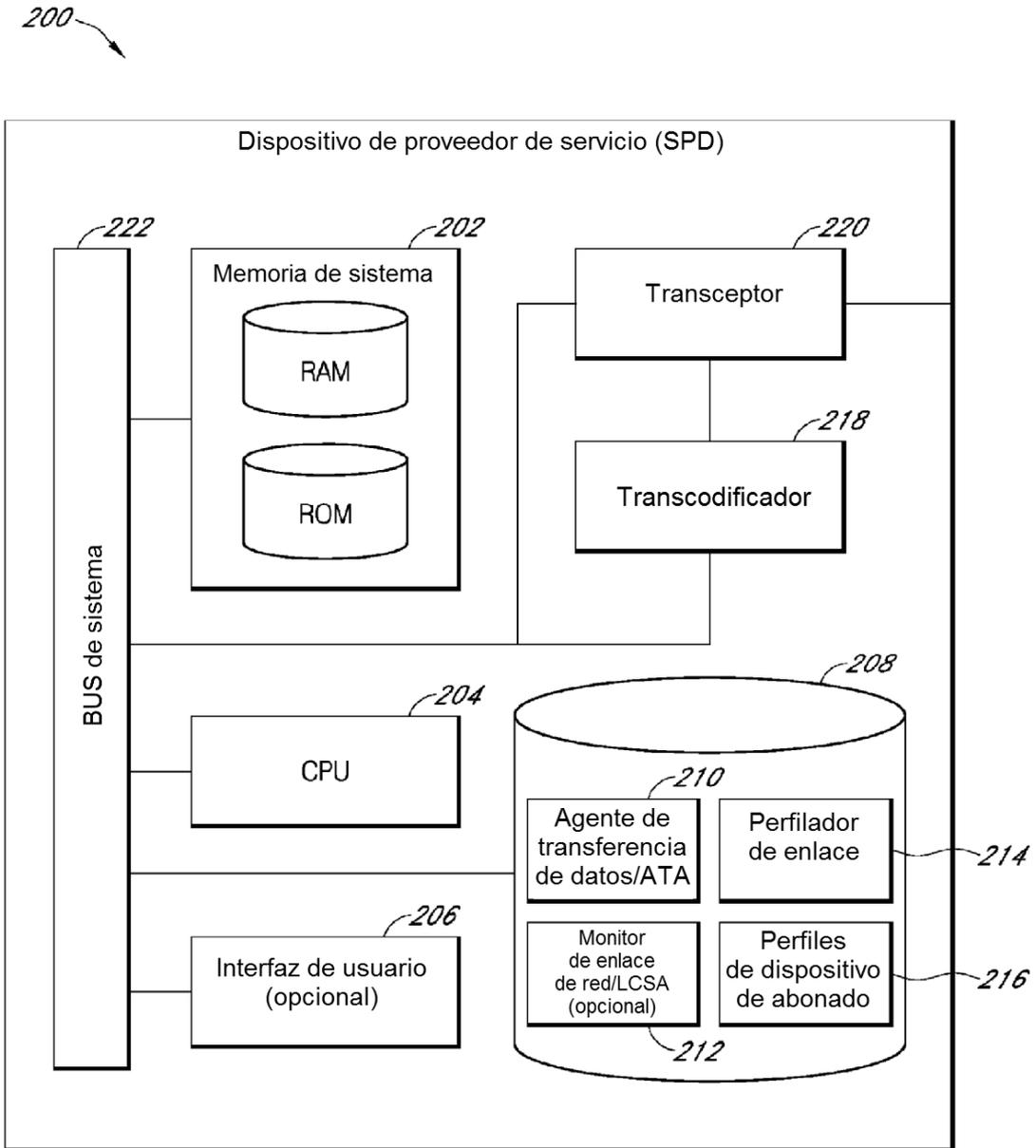


FIG. 2

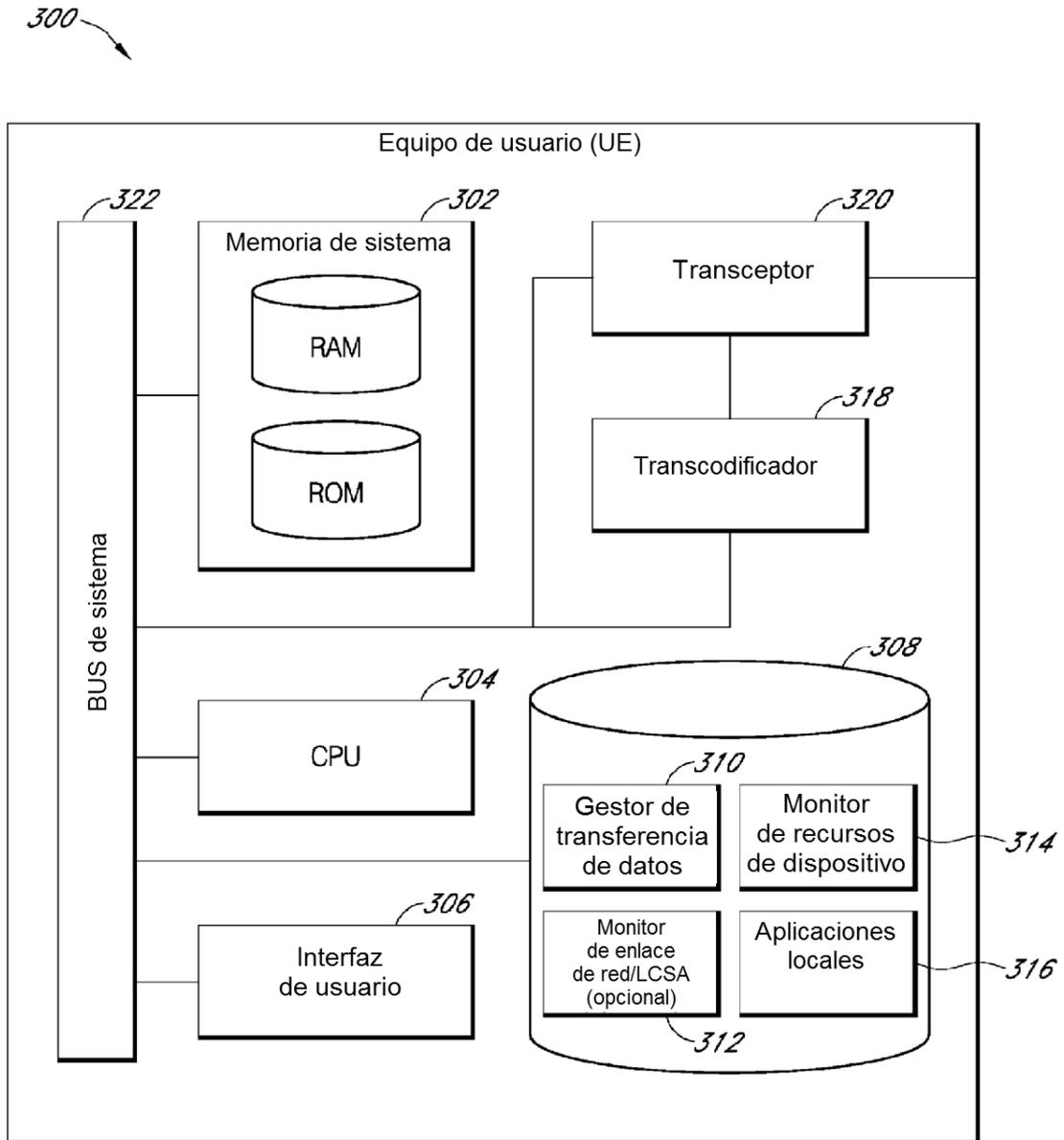


FIG. 3

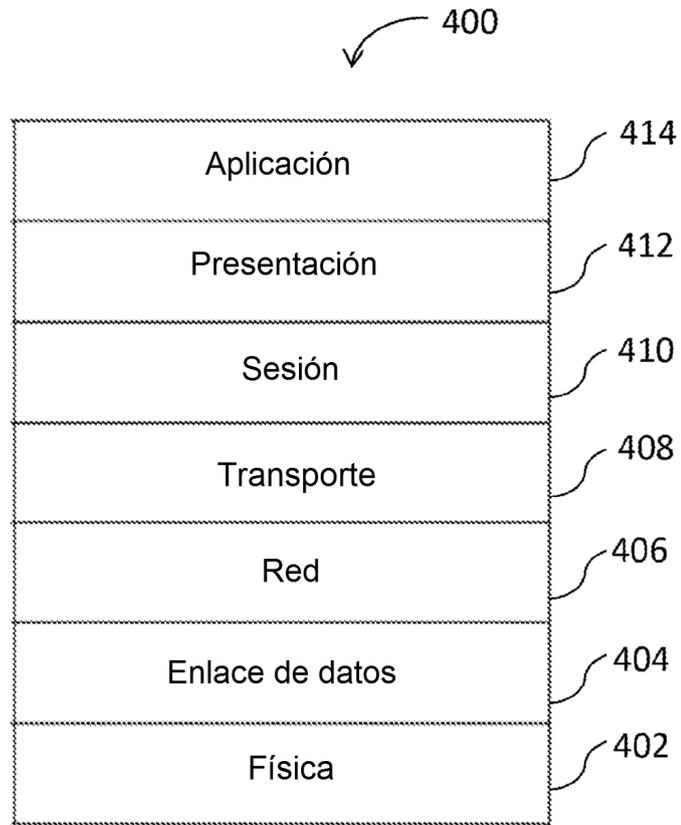
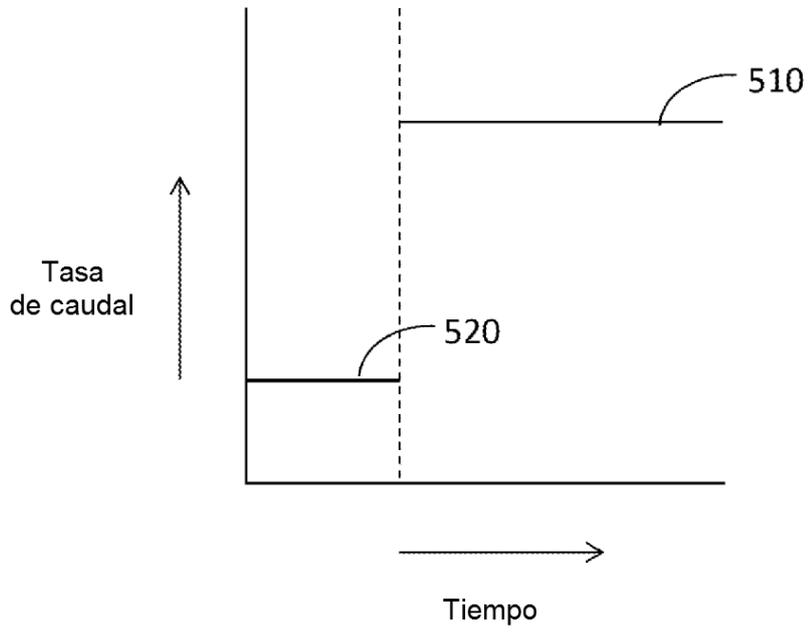
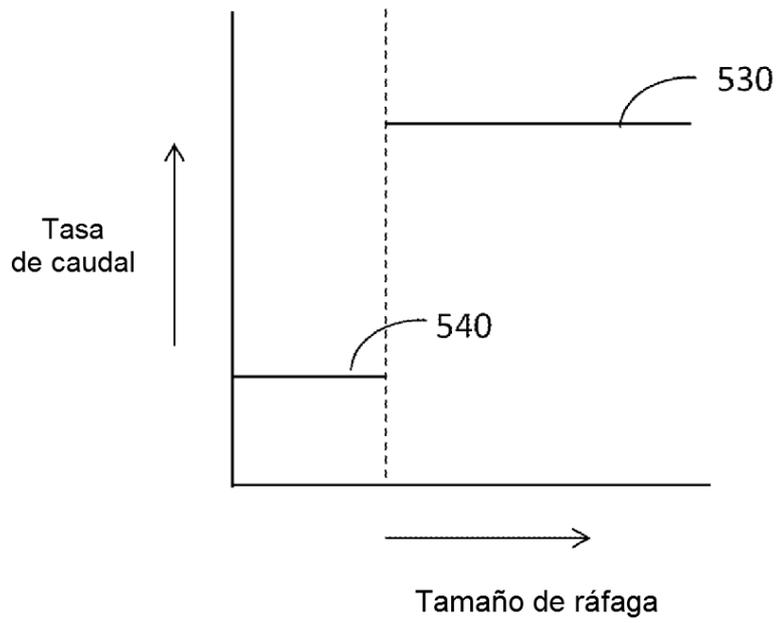


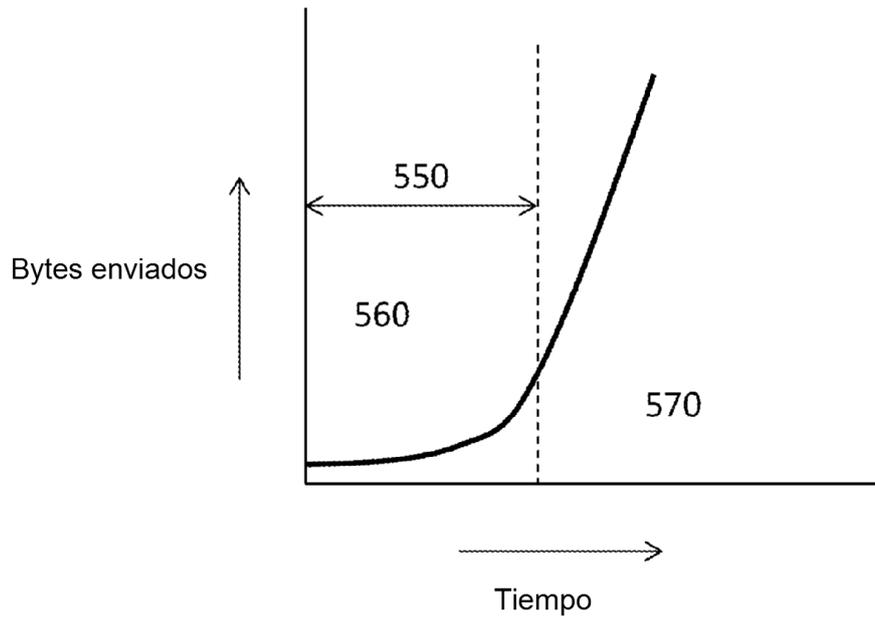
FIG. 4



**FIG. 5A**



**FIG. 5B**



**FIG. 5C**

600

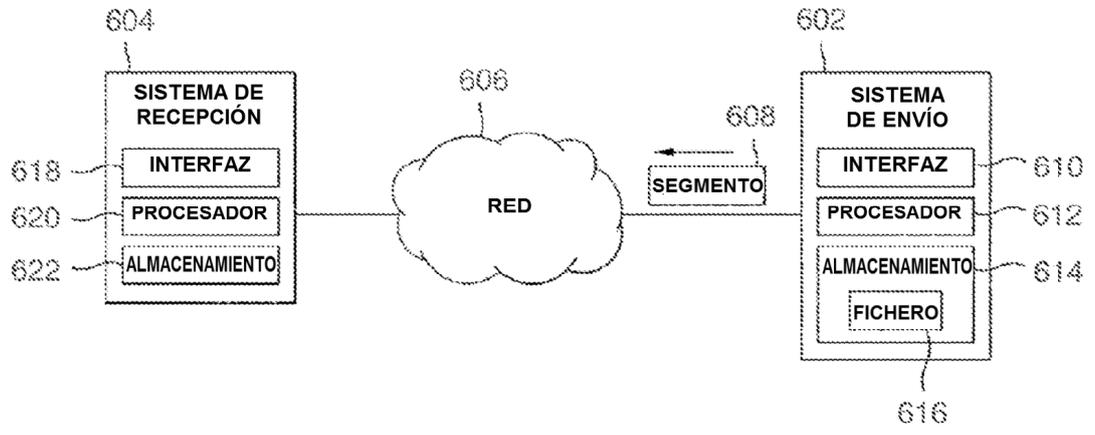


FIG. 6

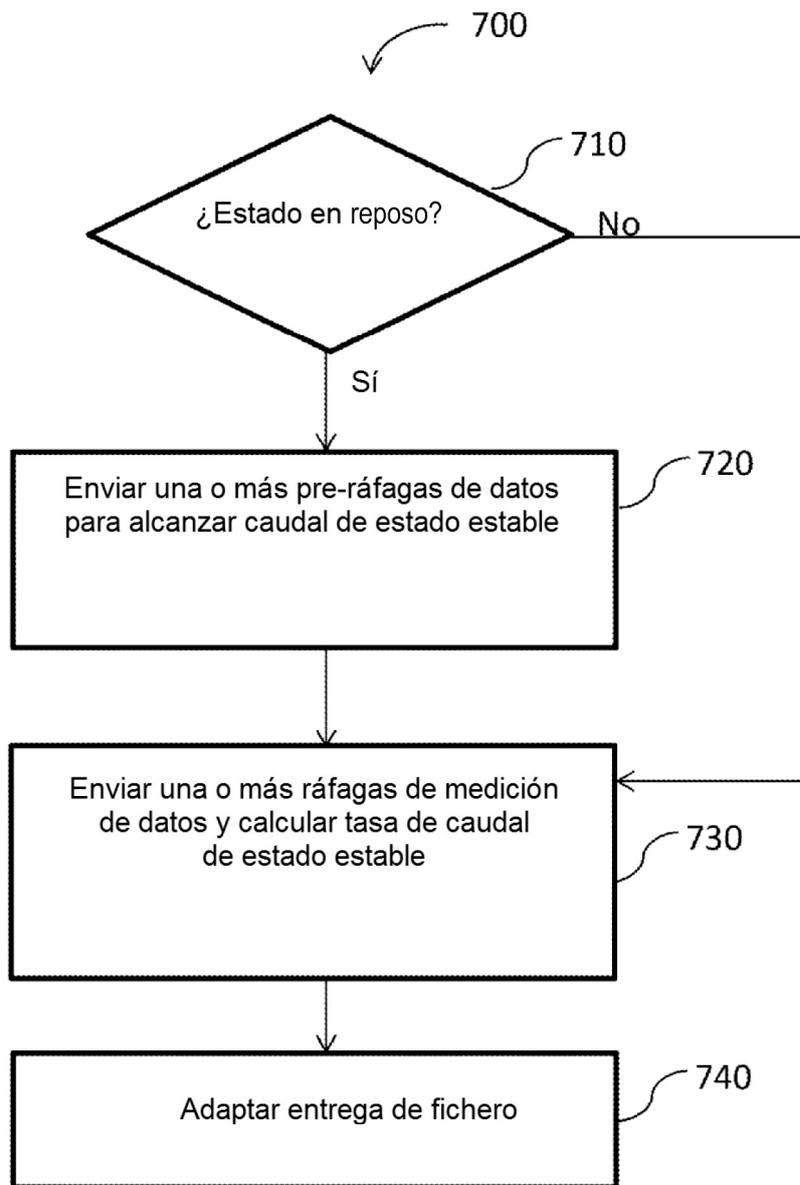


FIG. 7

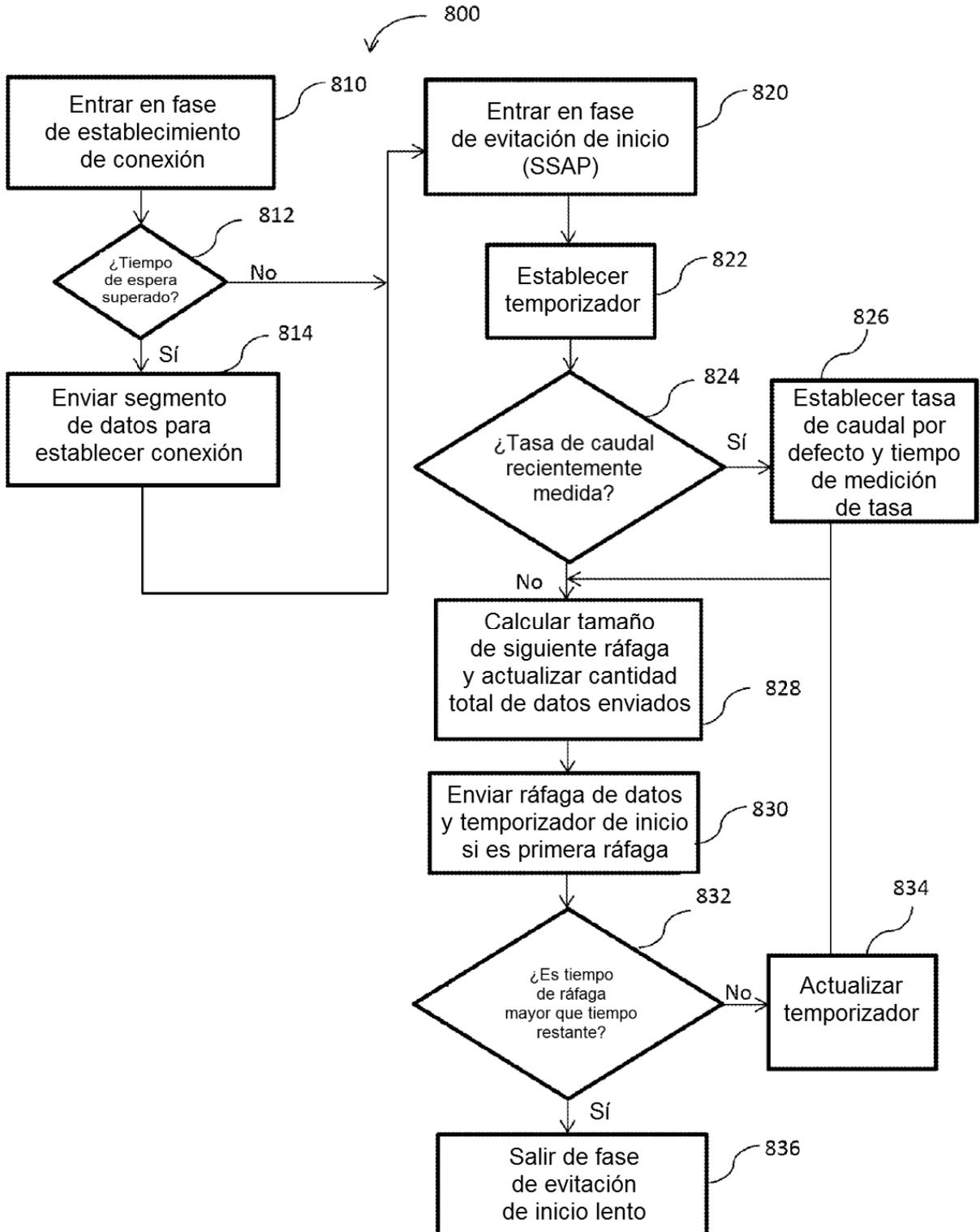


FIG. 8

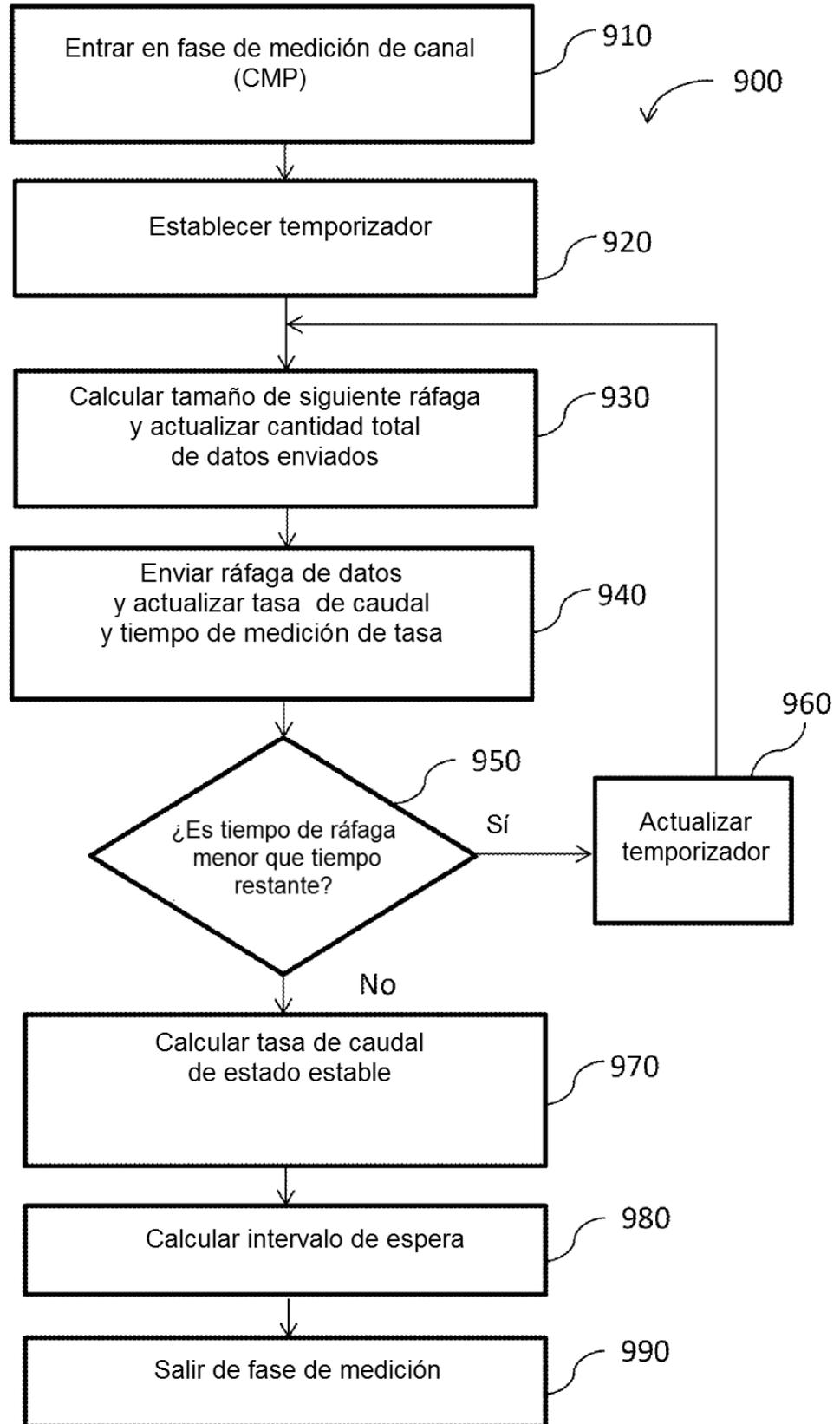


FIG. 9

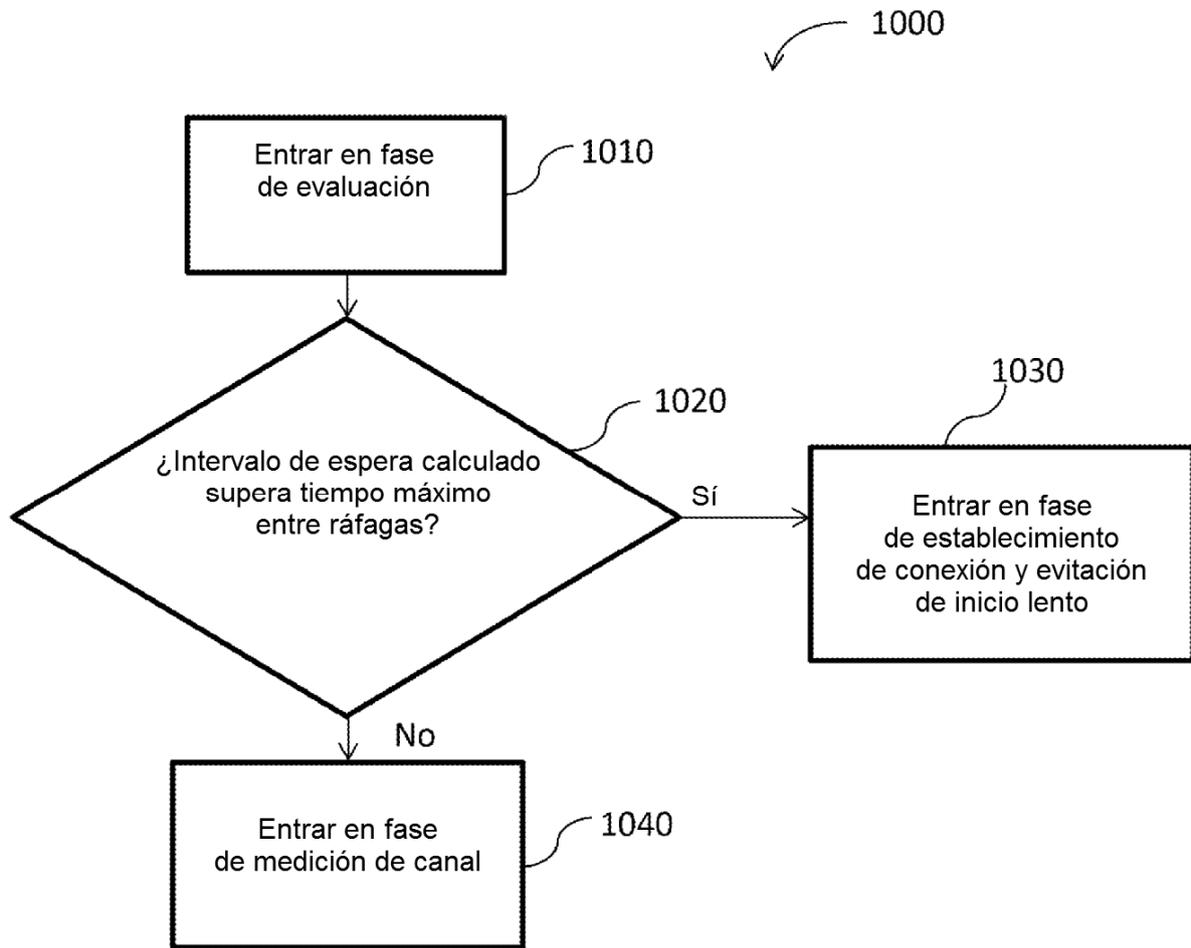


FIG. 10

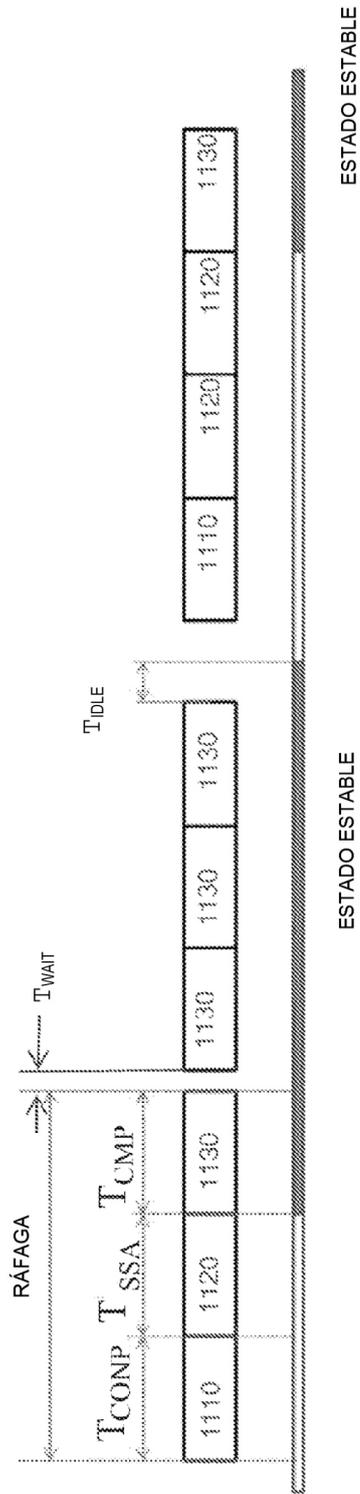


FIG. 11