



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 355 694**

(51) Int. Cl.:
H04L 12/56 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **08747812 .9**

(96) Fecha de presentación : **07.05.2008**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2156623**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2010**

(54) Título: **Planificación semipersistente basada en aprendizaje en comunicaciones inalámbricas.**

(30) Prioridad: **07.05.2007 US 916517 P**
06.05.2008 US 116146

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.03.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.03.2011

(73) Titular/es: **QUALCOMM Incorporated**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121, US

(72) Inventor/es: **Meylan, Arnaud;**
Damnjanovic, Aleksandar y
Chaponniere, Etienne F.

(74) Agente: **Fàbrega Sabaté, Xavier**

ES 2 355 694 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

ANTECEDENTES

Campo

- 5 La siguiente divulgación se refiere en general a comunicaciones inalámbricas y, más en particular, a un enfoque de aprendizaje para establecer, y utilizar, una planificación persistente en una comunicación inalámbrica basada en paquetes de datos.

Antecedentes

- 10 Los sistemas de comunicaciones inalámbricas se utilizan de manera generalizada para proporcionar varios tipos de contenido de comunicación tales como voz, vídeos, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden soportar una comunicación simultánea de múltiples terminales con una o más estaciones base. La comunicación de acceso múltiple se basa en compartir recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda y potencia de transmisión). Ejemplos de sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

- 15 La comunicación entre un terminal de un sistema inalámbrico (por ejemplo, un sistema de acceso múltiple) y una estación base se lleva a cabo a través de transmisiones sobre un enlace inalámbrico que comprende un enlace directo y un enlace inverso. Tal enlace de comunicaciones puede establecerse a través de un sistema de una única entrada y una única salida (SISO), un sistema de múltiples entradas y una única salida (MISO) o un sistema de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Un sistema MIMO consiste en un transmisor (transmisores) y en un receptor (receptores) equipados, respectivamente, con múltiples (N_T) antenas de transmisión y múltiples (N_R) antenas de recepción para la transmisión de datos. Los sistemas SISO y MISO son ejemplos particulares de un sistema MIMO. Un canal MIMO formado por N_T antenas de transmisión y por N_R antenas de recepción puede descomponerse en N_V canales independientes, que también se denominan como canales espaciales, donde $N_V \leq \min \{N_T, N_R\}$. Cada uno de los N_V canales independientes corresponde a una dimensión. El sistema MIMO puede proporcionar un mejor funcionamiento (por ejemplo, mayor rendimiento, mayor capacidad o fiabilidad mejorada) si se utilizan las dimensionalidades adicionales creadas por las múltiples antenas de transmisión y de recepción.

- 30 Independientemente de las peculiaridades de los muchos sistemas de comunicaciones inalámbricas disponibles, es necesaria una planificación eficaz para mantener o superar una calidad de servicio planeada o para optimizar el funcionamiento del sector/célula. Las estrategias de planificación que dan como resultado la reducción de la sobrecarga de comunicación asociada normalmente a la señalización de control dan lugar a una planificación eficaz. Otras estrategias de planificación, como las basadas en heurísticas de comunicación, también pueden dar como resultado una planificación eficaz. Sin embargo, tales estrategias de planificación no pueden adaptarse rápidamente, por lo general, a los cambiantes entornos de comunicación en los que se conceden y se revocan periódicamente múltiples flujos de datos. Por lo tanto, en la técnica existe la necesidad de tecnologías de planificación eficaces que sean versátiles con respecto a las sustanciales variaciones en el flujo de tráfico. Otras técnicas de planificación se dan a conocer en los documentos de patente US 2006/120282 A1, US 2006/153216 A1 y en el documento 3GPP Tdoc RS-062859 de Ericsson, que no es una patente, titulado "*Semi persistent scheduling*".

RESUMEN

- 40 A continuación se presenta un resumen simplificado con el fin de proporcionar un entendimiento básico de algunos aspectos de las realizaciones dadas a conocer. Este resumen no es una visión general exhaustiva y no pretende ni identificar elementos clave o críticos ni delinear el alcance de tales realizaciones. Su finalidad es presentar algunos conceptos de las realizaciones descritas de una manera simplificada como un preludio a la descripción más detallada que se presenta posteriormente.

- 45 La presente invención proporciona sistemas y procedimientos para una determinación basada en aprendizaje de una planificación persistente de un flujo (flujos) de paquetes de datos en comunicaciones inalámbricas. Un flujo de datos paquetizado servido a un terminal inalámbrico se planifica totalmente para un periodo de tiempo inicial con el fin de recopilar estadísticas asociadas a tamaños de paquetes planificados (S_s) y a tiempos entre paquetes (T_s). El análisis de una distribución acumulada de pares $\{S, T\}$ planificados indica si un tamaño de paquete característico (S_o) y una dispersión de tamaño (D_o) están asociados a la distribución acumulada. Los intervalos entre tiempos asociados al tamaño característico y a la dispersión dan lugar a una selección de un formato de transporte. La planificación semipersistente se utiliza para un flujo paquetizado cuando un formato de transporte característico puede extraerse a partir de las estadísticas acumuladas. Los formatos de transporte extraídos pueden utilizarse para optimizar la eficacia de planificación bajo traspaso.

En un aspecto, la presente invención describe un procedimiento que comprende: planificar totalmente un flujo

de paquetes durante un periodo de tiempo específico; recopilar estadísticas acumuladas de tamaños de paquetes planificados (Ss) y de intervalos de tiempo entre paquetes (Ts); e identificar un conjunto de picos con la acumulación más alta; cuando una pluralidad de pares {S, T} contenidos dentro de un tamaño de tolerancia (D) del pico está por encima de un umbral, utilizar una planificación semipersistente.

En otro aspecto se da a conocer un aparato que funciona en un sistema de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el aparato: un procesador configurado para planificar totalmente un flujo de paquetes; para generar una distribución acumulada de tamaños de paquetes planificados (Ss) y de intervalos de tiempo entre paquetes (Ts); y cuando una pluralidad de pares {S, T} contenidos dentro de un tamaño de tolerancia (D) de un pico en la distribución acumulada está por encima de un umbral, implementar una planificación semipersistente; y una memoria acoplada al procesador.

En otro aspecto adicional, la presente invención da a conocer un dispositivo de comunicaciones inalámbricas que comprende: medios para acumular una distribución de tamaños de paquetes totalmente planificados (Ss) y de intervalos de tiempo entre paquetes (Ts); medios para utilizar una planificación semipersistente cuando una pluralidad de pares {S, T} contenidos dentro de un tamaño de tolerancia (D) de un pico en la distribución acumulada está por encima de un umbral; y medios para utilizar una planificación semipersistente cuando las estadísticas acumuladas coinciden con una estadística conocida para paquetes de datos generados por un generador de flujos de paquetes, utilizando una planificación semipersistente.

En un aspecto adicional, la presente invención describe un producto de programa informático que incluye un medio legible por ordenador que comprende: código para hacer que un ordenador planifique totalmente un flujo de paquetes; código para hacer que un ordenador recopile estadísticas acumuladas durante un periodo de tiempo específico de tamaños de paquetes totalmente planificados (Ss) y de intervalos de tiempo entre paquetes (Ts); código para hacer que un ordenador identifique un conjunto de picos con la acumulación más alta; y código para hacer que un ordenador implemente una planificación semipersistente cuando una pluralidad de pares {S, T} contenidos dentro de un tamaño de tolerancia (D) del pico está por encima de un umbral.

Para el cumplimiento de estos y otros objetivos, una o más realizaciones comprenden las características descritas totalmente más adelante y expuestas particularmente en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinados aspectos ilustrativos e indican algunas de las diversas formas en las que pueden utilizarse los principios de las realizaciones. Otras ventajas y características novedosas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se considera junto con los dibujos, y las realizaciones dadas a conocer pretenden incluir todos estos aspectos y otros equivalentes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple según varios aspectos expuestos en este documento.

Las FIG. 2A y 2B son sistemas de ejemplo en diagramas de bloques que establecen y utilizan una planificación semipersistente basada en características aprendidas de planificación total de un flujo de paquetes de datos de comunicación según aspectos descritos en la presente memoria descriptiva.

Las FIG. 3A y 3B muestran diagramas esquemáticos de distribuciones ilustrativas de tiempo entre paquetes y de tamaño de paquetes.

La FIG. 4 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo que utiliza formatos de transporte aprendidos para mejorar la planificación bajo traspaso según aspectos dados a conocer en este documento.

Las FIG. 5A y 5B son diagramas de flujo de procedimientos de ejemplo para establecer, y utilizar, una planificación semipersistente según aspectos descritos en la presente memoria descriptiva.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo para seleccionar formatos de transporte adecuados para una planificación semipersistente según los aspectos descritos en este documento.

La FIG. 7 presenta un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo que utiliza un formato de transporte aprendido para una planificación semipersistente bajo traspaso desde una estación base origen hasta una estación base destino según aspectos descritos en la presente memoria descriptiva.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques de una realización de un sistema transmisor y de un sistema receptor con capacidades de funcionamiento MIMO que proporcionan una comunicación de célula/sector según aspectos descritos en la presente memoria descriptiva.

La FIG. 9 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo que permite un enfoque de aprendizaje para establecer y utilizar una planificación persistente de uno o más flujos de datos paquetizados.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación se describen varias realizaciones con referencia a los dibujos, en los que los mismos números de referencia se utilizan para hacer referencia a los mismos elementos a través de todos los dibujos. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento minucioso de una o más realizaciones. Sin embargo, puede resultar evidente que tal(es) realización(es) puede(n) llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. En otros ejemplos se muestran estructuras y dispositivos ampliamente conocidos en forma de diagrama de bloques con el fin de facilitar la descripción de una o más realizaciones.

Tal y como se utiliza en esta solicitud, los términos “sistema”, “componente”, “módulo”, etc., se refieren a una entidad relacionada con un ordenador, ya sea hardware, firmware, una combinación de hardware y software, software, o software en ejecución. Por ejemplo, un componente puede ser, pero sin limitarse a, un proceso que se ejecuta en un procesador, un procesador, un objeto, un ejecutable, un hilo de ejecución, un programa y/o un ordenador. A modo de ilustración, tanto una aplicación que se ejecuta en un dispositivo informático como el dispositivo informático pueden ser un componente. Uno o más componentes pueden residir en un proceso y/o hilo de ejecución y un componente puede estar ubicado en un ordenador y/o estar distribuido entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ejecutarse desde varios medios legibles por ordenador que contengan varias estructuras de datos almacenadas en los mismos. Los componentes pueden comunicarse mediante procesos locales y/o remotos en función de una señal que tenga uno o más paquetes de datos (por ejemplo, datos de un componente que interactúe con otro componente en un sistema local, sistema distribuido y/o a través de una red, tal como Internet, con otros sistemas mediante la señal).

Además, el término “o” significa una “o” inclusiva en lugar de una “o” exclusiva. Es decir, a no ser que se indique lo contrario, o se deduzca por el contexto, “X utiliza A o B” significa cualquiera de las permutaciones de inclusión naturales. Es decir, si X utiliza A; X utiliza B; o X utiliza tanto A como B, entonces “X utiliza A o B” se cumple en cualquiera de los casos anteriores. Además, debe considerarse generalmente que los artículos “un” y “una” que se utilizan en esta solicitud y en las reivindicaciones adjuntas significan “uno o más” a no ser que se indique lo contrario o que por el contexto se deduzca que se refieren a una forma singular.

Varias realizaciones se describen en este documento con relación a un terminal inalámbrico. Un terminal inalámbrico puede referirse a un dispositivo que proporciona conectividad de voz y/o de datos a un usuario. Un terminal inalámbrico puede conectarse a un dispositivo informático tal como un ordenador portátil o un ordenador de escritorio, o puede ser un dispositivo autónomo tal como un asistente personal digital (PDA). Un terminal inalámbrico también puede denominarse como un sistema, una unidad de abonado, una estación de abonado, una estación móvil, un terminal móvil, un móvil, una estación remota, un punto de acceso, un terminal remoto, un terminal de acceso, un terminal de usuario, un agente de usuario, un dispositivo de usuario, un equipo en las instalaciones del cliente, un equipo de usuario, un dispositivo inalámbrico, un teléfono celular, un teléfono PCS, un teléfono sin cables, un teléfono de protocolo de inicio de sesión (SIP), una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un dispositivo manual con capacidad de conexión inalámbrica, u otro dispositivo de procesamiento conectado a un módem inalámbrico.

Además, varias realizaciones dadas a conocer en la presente memoria descriptiva se refieren a una estación base. Una estación base puede referirse a un dispositivo de una red de acceso que se comunique por medio de una interfaz aérea, a través de uno o más sectores, con terminales inalámbricos y con otras estaciones base a través de una comunicación mediante una red inalámbrica o cableada de retroceso. La estación base puede actuar como un encaminador entre el terminal inalámbrico y el resto de la red de acceso, que puede incluir una red de conmutación de paquetes IP (protocolo de Internet), conmutando tramas recibidas de interfaz aérea a paquetes IP. La estación base coordina además la gestión de atributos para la interfaz aérea. Una estación base también puede referirse a un punto de acceso (AP), un nodo B, un nodo B evolucionado (eNodoB), una estación base evolucionada (eBS), una red de acceso (AN) o como otro término.

Haciendo referencia ahora a los dibujos, la FIG. 1 es una ilustración de un sistema de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple 100 según varios aspectos descritos en este documento. En un ejemplo, el sistema de comunicaciones inalámbricas de acceso múltiple 100 incluye múltiples estaciones base 110 y múltiples terminales 120. Además, una o más estaciones base 110 pueden comunicarse con uno o más terminales 120. A modo de ejemplo no limitativo, una estación base 110 puede ser un punto de acceso, un nodo B y/u otra entidad de red apropiada. Cada estación base 110 proporciona cobertura de comunicación para un área geográfica particular 102a a c. Tal y como se utiliza en este documento y generalmente en la técnica, el término “célula” puede referirse a una estación base 110 y/o a su área de cobertura 102a a c, dependiendo del contexto en que se utilice el término.

Para mejorar la capacidad del sistema, el área de cobertura 102a, 102b o 102c correspondiente a una estación base 110 puede dividirse en múltiples áreas más pequeñas (por ejemplo, las áreas 104a, 104b y 104c). Cada una de las áreas más pequeñas 104a, 104b y 104c pueden recibir servicio desde un subsistema transceptor base respectivo (BTS, no mostrado). Tal y como se utiliza en este documento y generalmente en la técnica, los términos

"sector" o "célula" pueden referirse a un BTS y/o a su área de cobertura dependiendo del contexto en que se utilice el término. En un ejemplo, los sectores 104a, 104b, 104c de una célula 102a, 102b, 102c pueden estar formados por grupos de antenas (no mostradas) en la estación base 110, donde cada grupo de antenas es responsable de la comunicación con los terminales 120 en una parte de la célula 102a, 102b o 102c. Por ejemplo, una estación base 110 que da servicio a la célula 102a puede tener un primer grupo de antenas correspondiente al sector 104a, un segundo grupo de antenas correspondiente al sector 104b y un tercer grupo de antenas correspondiente al sector 104c. Sin embargo, debe apreciarse que los diversos aspectos dados a conocer en este documento pueden utilizarse en un sistema que tenga células sectorizadas y/o no sectorizadas. Además, debe apreciarse que todas las redes adecuadas de comunicaciones inalámbricas que tengan cualquier número de células sectorizadas y/o no sectorizadas están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas a este documento. Por simplicidad, el término "estación base", tal y como se utiliza en este documento, puede referirse tanto a una estación que dé servicio a un sector como a una estación que dé servicio a una célula. Debe apreciarse que, tal y como se utiliza en este documento, un sector de enlace descendente en un escenario de enlaces disjuntos es un sector vecino. Aunque la siguiente descripción se refiere en general, y por simplicidad, a un sistema en el que cada terminal se comunica con un punto de acceso de servicio, debe apreciarse que los terminales pueden comunicarse con cualquier número de puntos de acceso de servicio.

Según un aspecto, los terminales 120 pueden estar dispersados por todo el sistema 100. Cada terminal 120 puede ser estacionario o móvil. A modo de ejemplo no limitativo, un terminal 120 puede ser un terminal de acceso (AT), una estación móvil, un equipo de usuario, una estación de abonado y/u otra entidad de red apropiada. Un terminal 120 puede ser cualquiera de los dispositivos mencionados anteriormente. Además, un terminal 120 puede comunicarse con cualquier número de estaciones base 110 o con ninguna estación base 110 en un momento determinado.

En otro ejemplo, el sistema 100 puede utilizar una estructura centralizada utilizando un controlador de sistema 130 que pueda acoplarse a una o más estaciones base 110 y proporcionar coordinación y control para las estaciones base 110. Según aspectos alternativos, el controlador de sistema 130 puede ser una única entidad de red o un grupo de entidades de red. Además, el sistema 100 puede utilizar una arquitectura distribuida para permitir que las estaciones base 110 se comuniquen entre sí cuando sea necesario. La comunicación de red inalámbrica o cableada de retroceso 135 puede facilitar una comunicación punto a punto entre estaciones base utilizando una arquitectura distribuida de este tipo. En un ejemplo, el controlador de sistema 130 puede contener adicionalmente una o más conexiones a múltiples redes. Estas redes pueden incluir la red Internet, otras redes basadas en paquetes y/o redes de voz de conmutación de circuitos que puedan proporcionar información a y/o desde los terminales 120 en comunicación con una o más estaciones base 110 del sistema 100. En otro ejemplo, el controlador de sistema 130 puede incluir o puede acoplarse a un planificador (no mostrado) que pueda planificar transmisiones a y/o desde los terminales 120. Como alternativa, el planificador puede residir en cada célula individual 102, en cada sector 104, o en una combinación de los mismos.

En un ejemplo, el sistema 100 puede utilizar uno o más esquemas de acceso múltiple, tal como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, FDMA de única portadora (SC-FDMA) y/u otros esquemas de acceso múltiple adecuados. TDMA utiliza multiplexación por división de tiempo (TDM), donde las transmisiones para diferentes terminales 120 se ortogonalizan transmitiendo en diferentes intervalos de tiempo. FDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia (FDM), donde las transmisiones para diferentes terminales 120 se ortogonalizan transmitiendo en diferentes subportadoras de frecuencia. En un ejemplo, los sistemas TDMA y FDMA también pueden utilizar multiplexación por división de código (CDM), donde las transmisiones para múltiples terminales pueden ortogonalizarse utilizando diferentes códigos ortogonales (por ejemplo, códigos Walsh, códigos Gold, códigos Kasami, códigos de seudoruido) incluso aunque se envíen en el mismo intervalo de tiempo o subportadora de frecuencia. OFDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM), y SC-FDMA utiliza multiplexación por división de frecuencia de única portadora (SC-FDM). OFDM y SC-FDM pueden dividir el ancho de banda del sistema en múltiples subportadoras ortogonales (por ejemplo, tonos, contenedores (*bins*), ...), cada una de las cuales puede modularse con datos. Normalmente, los símbolos de modulación se envían en el dominio de frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDM. Además y/o como alternativa, el ancho de banda del sistema puede dividirse en una o más portadoras de frecuencia, cada una de las cuales puede contener una o más subportadoras. El sistema 100 también puede utilizar una combinación de esquemas de acceso múltiple, tales como OFDMA y CDMA. Aunque las técnicas de control de potencia proporcionadas en este documento se describen generalmente para un sistema OFDMA, debe apreciarse que las técnicas descritas en este documento pueden aplicarse igualmente en cualquier sistema de comunicaciones inalámbricas.

En otro ejemplo, las estaciones base 110 y los terminales 120 del sistema 100 pueden comunicar datos utilizando uno o más canales de datos y señalización utilizando uno o más canales de control. Los canales de datos utilizados por el sistema 100 pueden asignarse a terminales activos 120 de manera que cada canal de datos se utiliza por un solo terminal en cualquier momento dado. Como alternativa, los canales de datos pueden asignarse a múltiples terminales 120, que pueden superponerse o planificarse de manera ortogonal en un canal de datos. Para conservar los recursos del sistema, los canales de control utilizados por el sistema 100 también pueden compartirse entre múltiples

terminales 120 utilizando, por ejemplo, multiplexación por división de código. En un ejemplo, los canales de datos multiplexados de manera ortogonal solamente en frecuencia y en tiempo (por ejemplo, canales de datos no multiplexados que utilizan CDM) pueden ser menos susceptibles a pérdidas de ortogonalidad debidas a las condiciones de canal y a imperfecciones de receptor que los canales de control correspondientes.

La FIG. 2A es un diagrama de bloques de un sistema 200 que estabiliza, y utiliza, planificación semipersistente basada en características aprendidas de planificación total de un flujo de paquetes de datos de comunicación. Un flujo se establece normalmente por un componente de gestión de red basado en paquetes (por ejemplo, basado en paquetes de protocolo de Internet (IP)) (por ejemplo, el controlador de sistema de red 130). En una UTRAN (red de acceso de radio terrestre universal) evolucionada, un sistema de paquetes evolucionado (EPS) crea flujos de paquetes de datos que llegan a través de una red cableada o inalámbrica, o red principal de comunicación de retroceso, a una estación base, o nodo B evolucionado (eNodoB) 210. En vista de la naturaleza paquetizada de un flujo de datos, múltiples flujos (por ejemplo, los flujos 255₁ a 255_N) pueden crearse para distintos tipos de aplicaciones, por ejemplo voz, flujo continuo de vídeo y audio, transferencias de archivos, navegación web, que generen datos que se proporcionen de manera inalámbrica, por ejemplo mediante un enlace directo 250, a un terminal 260 a través del eNodoB 210, o desde un eNodoB hasta un terminal por medio de un enlace inverso. De manera convencional, un paquete recibido en el eNodoB 210 para su comunicación a un terminal 260 está asociado con una etiqueta que caracteriza al flujo (por ejemplo, el tipo relacionado con la velocidad binaria garantizada (GBR) o no relacionado con la GBR) al que pertenecen los paquetes. Tal etiqueta transporta información asociada con los parámetros de calidad de servicio (QoS) tales como la GBR, la velocidad binaria máxima (MBR), la cantidad de retardo (por ejemplo, fracción de datos encolados en el eNodoB 210 por paquete), la clase de tráfico y la prioridad de tratamiento de tráfico, la tasa de pérdida máxima, etc. Debe apreciarse que tal información de etiqueta puede ser común a todos los flujos de datos, incluyendo aquéllos que sean flujos a modo de ráfagas periódicas o no periódicas, tal como VoIP (voz sobre IP). En la presente invención, para optimizar la planificación de flujos de paquetes, el eNodoB 210 utiliza un enfoque de aprendizaje que facilita la implementación de una planificación semipersistente, una concesión de recursos característica se asigna de manera continua sin señalización de control hasta que se revoque sin señalización de control, cuando sea apropiado según las características de un tren de paquetes de datos (por ejemplo, el flujo 255₁). Debe observarse que la planificación semipersistente es un modo eficaz de asignación de recursos que no requiere el funcionamiento de un canal (canales) de control, y generalmente es bastante adecuada para flujos de datos en los que la carga útil de datos es más pequeña o comparable a la sobrecarga incurrida por la señalización de sobrecarga. Por ejemplo, en un flujo cuasiperiódico VoIP, donde es habitual una asignación del orden de 50 bits para señalar una carga útil de 50 octetos o menos, tal sobrecarga puede ser perjudicial para la comunicación si se utiliza repetidamente para asignar recursos al flujo VoIP.

Para garantizar una planificación óptima para flujos de datos que sean adecuados para una planificación semipersistente, el eNodoB 210 incluye un planificador 215 que asigna recursos de comunicación a un conjunto de N (entero positivo) flujos de datos (255₁ a 255_N) creados por un EPS en un modo totalmente planificado 218, donde los recursos se conceden según tamaños de cola específicos (por ejemplo, el volumen de información que va a transmitirse al terminal 260), información de etiqueta asociada a cada flujo, además de condiciones de calidad de canal, carga de célula/sector, ancho de banda disponible y densidad de potencia, configuración de antena en la estación base (por ejemplo, el eNodoB 210) y en el terminal (por ejemplo, el móvil 260), etc. Normalmente, el planificador 215 utiliza algoritmos tales como turnos rotativos, puesta en cola justa, rendimiento máximo, equidad proporcional, etc., para determinar los formatos de paquete, la velocidad de código, el tamaño de constelación, las subportadoras asignadas, la potencia/densidad de potencia, etc. La planificación total de los flujos 255₁ a 255_N se lleva a cabo durante un periodo de tiempo $\Delta\tau^{(\lambda)} = (\tau_p - \tau_0)_\lambda$, $\lambda = 1, 2, \dots, N$. Generalmente, $\Delta\tau^{(\lambda)}$ puede configurarse de manera estática, independientemente de elementos específicos del flujo de datos (por ejemplo, 255₁), con el fin de abarcar varias (por ejemplo, algunos cientos de) tramas de paquetes; tal intervalo de tiempo puede determinarse a partir de una tasa de generación asociada a un motor de generación de tramas de paquetes (no mostrado) para un tipo de flujo seleccionado (por ejemplo, VoIP representada en el flujo 255_N). Como alternativa, o adicionalmente, $\Delta\tau^{(\lambda)}$ puede ajustarse específicamente a cada flujo 255₁ a 255_N en base a información disponible en la(s) etiqueta(s) generada(s) por la portadora EPS que establece el flujo. Como una alternativa adicional, o también adicionalmente, $\Delta\tau^{(\lambda)}$ puede ajustarse dinámicamente para abarcar un intervalo de tiempo que termina una vez que el planificador 215 identifica un flujo (por ejemplo, el flujo 255₁) que puede beneficiarse de la planificación semipersistente con una alta probabilidad.

Durante el funcionamiento totalmente planificado, un analizador 225 supervisa cada flujo 255₁ a 255_N y registra tamaños de paquetes asociados e intervalos de tiempo entre paquetes, y recopila, y almacena en una memoria 245, estadísticas acumuladas 246 relacionadas con tales concesiones de recursos. Para flujos cuasiperiódicos o con ráfagas, el analizador 225 extrae formatos de transporte típicos que comprenden un tamaño de paquete y un intervalo entre paquetes apropiado para una planificación semipersistente. Tal información se transmite al planificador 215, el cual inicia la planificación semipersistente 221 para tal flujo desde τ_p en adelante. Además, los formatos extraídos, o

aprendidos, se almacenan en una librería, o registro, de formatos en la memoria 245. Para flujos que presenten estadísticas incompatibles con la planificación semipersistente, el analizador 225 indica (por ejemplo, a través de una palabra de M bits, siendo M un entero positivo, que transporta una identificación de flujo y un bit de control) al planificador 215 que siga con la planificación total. La evaluación del grado de adecuación para la planificación semipersistente 221 puede llevarse a cabo para cada flujo o de manera conjunta para cada terminal (por ejemplo, el móvil 260).

Para procesar estadísticas acumuladas, el analizador 225 puede deducir u obtener conclusiones, por ejemplo, inferir, formatos de transporte adecuados basándose, al menos en parte, en estadísticas acumuladas 246 generadas. Para inferir tales formatos, el analizador 225 puede basarse en técnicas de inteligencia artificial, las cuales aplican avanzados algoritmos matemáticos, por ejemplo árboles de decisión, redes neuronales, análisis de regresión, análisis de componente principal (PCA) para la extracción de características y patrones, análisis de conglomerados, algoritmos genéticos y aprendizaje reforzado, a un conjunto de estadísticas acumuladas 246 disponibles.

En particular, el componente inteligente 158 puede utilizar una de numerosas metodologías para aprender a partir de datos y después inferir a partir de los modelos construidos, por ejemplo, los modelos ocultos de Markov (HMM) y modelos relacionados de dependencia de prototipos, modelos gráficos de probabilidad más generales, tales como redes de Dempster-Shafer y redes bayesianas, por ejemplo creadas por una búsqueda de estructuras que utiliza un resultado o una aproximación de un modelo bayesiano, clasificadores lineales, tales como máquinas de soporte vectorial (SVM), clasificadores no lineales, tales como procedimientos denominados como metodologías de "redes neuronales", metodologías de lógica difusa, y otros enfoques que lleven a cabo fusión de datos, etc. según la implementación de varios aspectos automatizados descritos en este documento. Los procedimientos anteriores pueden aplicarse al análisis de recursos de comunicación asignados, o concedidos, para extraer formatos de transporte adecuados.

Además, el analizador 225 puede utilizar un minador de datos (no mostrado) para extraer además información de las estadísticas acumuladas 246 a través de la segmentación de datos, el cálculo de momentos de distribución de pares {S, T}, el desarrollo de modelos de patrones de planificación total, por ejemplo que predigan la demanda y la asignación de recursos de comunicación para un tipo específico de flujos de datos, y la(s) evaluación(es) de modelos relacionados. Esta modelización puede facilitar la reducción del intervalo de tiempo $\Delta\tau^{(\lambda)}$ que el planificador 215 utilizó en la planificación total 218 para generar estadísticas fiables.

Debe apreciarse que en la realización 200, el procesador 235 está configurado para llevar a cabo todas las operaciones que confieren al planificador 215 y al analizador 225 su funcionalidad descrita anteriormente. Debe observarse que aunque el planificador 215, el procesador 235 y el analizador 225 se ilustran como componentes distintos, tales componentes pueden fusionarse en un único componente funcional que planifique flujos de paquetes, recopile y analice estadísticas de concesiones de comunicación (por ejemplo, pares {S, T}), y lleve a cabo todas las operaciones y cálculos necesarios a través del procesador 235. Además de almacenar estadísticas acumuladas 246 y una librería de formatos de transporte 248 para múltiples flujos, la memoria 225 puede almacenar instrucciones/módulos de código y estructuras de datos, así como instrucciones de código llevadas a cabo por el procesador 235 con relación a la planificación de paquetes de datos y al análisis de estadísticas asociadas a tal planificación. Además, las instrucciones de código necesarias para que el procesador 235 lleve a cabo funcionalidades del eNodoB, tales como transmitir los flujos de paquetes de datos 255₁ a 255_N a través de un enlace directo 250, también pueden almacenarse en la memoria 245.

La FIG. 2B es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo 280 que establece, y utiliza, una planificación semipersistente basada en características aprendidas de una planificación total de un flujo de paquetes de datos de comunicación. El sistema de ejemplo 280 comprende un componente de generador(es) de datos 285 (en la presente descripción el término generador(es) de datos 285 también se utiliza para hacer referencia al componente 285) que transmite un flujo (flujos) de datos paquetizado(s) 288 al eNodoB 210. El eNodoB 282 comprende sustancialmente los mismos componentes que el eNodoB 210, indicándose tales componentes con los mismos números de referencia que en el sistema de ejemplo 200, y tiene sustancialmente la misma funcionalidad del eNodoB 210. Además de estas funcionalidades, el eNodoB 282 incluye además una librería de formato de generador(es) 295, o librería de "improntas digitales de flujos", que contiene un conjunto de estadísticas conocidas y de improntas digitales de formatos de transporte asociado con un generador (generadores) (por ejemplo, un vocodificador (vocodificadores)) en el generador (generadores) 285 a partir del cual (de los cuales) el eNodoB 282 puede configurarse para recibir un tren (trenes) de datos 288. El eNodoB 282 planifica uno o más flujos (por ejemplo, los flujos 255₁ a 255_N), y recopila estadísticas acumuladas 246 en la memoria 245. A partir de tales estadísticas se extraen, o se aprenden, los formatos de transporte, a través del analizador 225, y se almacenan en la librería de formatos 248. El analizador 225, que puede residir en el planificador 225, compara las estadísticas acumuladas 246 y los formatos de transporte de la librería de formatos 248 con "improntas digitales de flujos" disponibles almacenadas en la librería de formatos de generador(es) 295. Cuando las estadísticas acumuladas y/o los formatos de transporte extraídos, o aprendidos, coinciden con una "impronta digital de flujo" conocida, el planificador 225 deja de planificar totalmente un flujo que presente improntas

digitales coincidentes y comienza a utilizar la planificación semipersistente para dicho flujo.

Para ilustrar las estadísticas acumuladas 246 y el análisis asociado, las FIG. 3A y 3B muestran diagramas esquemáticos 300 y 350 de distribuciones de pares $\{S, T\}$ ilustrativas. El diagrama 300 ilustra distribuciones 305_1 a 305_5 de tamaños de paquetes planificados S y de intervalos de tiempo T entre paquetes planificados que se originan a partir de una estadística acumulada recopilada por el analizador 225 para cada flujo o para cada terminal. Cada una de tales distribuciones puede corresponderse con un flujo específico asociado a una aplicación específica ejecutada durante la comunicación con un terminal (por ejemplo, el terminal 260). En el diagrama 300, las distribuciones son cuasiguales con un tamaño de paquete característico, por ejemplo S_0 315 para la distribución 305_1 , y una media anchura característica, por ejemplo Do 325. Los parámetros S_0 315 y Do 325 pueden extraerse, o aprenderse (por ejemplo, mediante el analizador 225) directamente a partir de la distribución de pares $\{S, T\}$ calculando el primer y el segundo momento de dicha distribución. En vista de la existencia de tales tamaños característicos, puede establecerse un tamaño de paquete típico, por ejemplo 335, para una planificación semipersistente, así como un tiempo típico entre paquetes, por ejemplo T_1 que corresponde a 335. El formato de paquete típico, por ejemplo 335, comprende un tamaño de paquete característico, por ejemplo S_0 315, y una tolerancia, por ejemplo Do 325, que garantizan que un porcentaje sustancial de paquetes de datos se planifique adecuadamente dentro de la planificación semipersistente.

Debe observarse que cuanto mayor sea la tolerancia seleccionada, por ejemplo Do 325, mayor será el número de paquetes de datos que pueden permitirse mediante la planificación semipersistente; sin embargo, la cantidad de relleno en un paquete planificado real aumenta, con el consiguiente incremento de sobrecarga. En un aspecto, el analizador 225 puede inferir una tolerancia adecuada, por ejemplo Do 325, basándose al menos en parte en el análisis de costes y beneficios de una tolerancia seleccionada con respecto a parámetros de comunicación como la GBR, la MBR, la ABR (velocidad binaria media), la clase de tráfico, la prioridad de tratamiento de tráfico, la carga de célula/sector, la densidad de potencia, el ancho de banda disponible, la calidad de canal, etc. Tal inferencia puede dar como resultado cambios dinámicos en el formato de paquete utilizado para la planificación semipersistente con el fin de garantizar una calidad de servicio deseada o un número determinado de terminales servidos (por ejemplo, un cambio en la tasa de generación de paquetes para un flujo periódico, como una disminución de γ_1 (12,2 kbits, por ejemplo) a γ_2 (9,6 Kbits, por ejemplo), puede dar como resultado que se dé servicio a terminales adicionales a expensas de una menor calidad de llamada).

Debe observarse que las distribuciones 305_1 a 305_5 se ilustran de manera isócrona; concretamente, cada distribución 305_J ($J=1, 2, 3, 4, 5$) corresponde a pares $\{S, T\}$ con un intervalo de tiempo definido T_J . Sin embargo, en una ilustración más general, cada distribución puede presentar una dispersión en torno a un intervalo de tiempo planificado medio $\langle T_J \rangle$.

En la FIG. 3B, el diagrama 350 ilustra una estadística acumulada 246 de ejemplo que no es adecuada para una planificación semipersistente. Concretamente, no hay ningún tamaño de paquete característico identificado y la distribución de pares $\{S, T\}$ no presenta ninguna característica. Debe observarse que puede calcularse los momentos de las distribuciones ilustradas en 350; sin embargo, un factor Q (por ejemplo, calculado por el analizador 225) asociado con las distribuciones indica claramente que no puede extraerse, o aprenderse, ningún tamaño característico.

La FIG. 4 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo 400 que utiliza los formatos de transporte aprendidos, por ejemplo almacenados en la librería de formatos 248, para mejorar la planificación bajo traspaso. En el sistema de ejemplo 400, un eNodeB origen 210S da servicio a un terminal 260 a través de un enlace inalámbrico 405 que transmite y recibe mediante una comunicación basada en paquetes de datos y planificada dentro de una planificación semipersistente para un conjunto de flujos de datos (por ejemplo, 255_1 a 255_N) según formatos de transporte eficaces que pueden estar almacenados en una librería de formatos 248. El eNodeB origen 210S tiene sustancialmente la misma funcionalidad que el eNodeB 210 descrito anteriormente. Tras determinar el eNodeB origen 210S que el terminal 260 va a traspasarse a un eNodeB destino 210T, que tiene sustancialmente la misma funcionalidad que el eNodeB 210S, un conjunto de formatos de transporte semipersistentes 415, almacenado en la librería de formatos 248, puede transmitirse a la estación base destino 210T. La transmisión de tales formatos de transporte 415 para los flujos servidos al terminal 260 optimiza la eficacia de planificación del eNodeB destino 210T al reducirse $(\tau_p)_\lambda$ en la célula destino. En un aspecto, los formatos de datos se transmiten a través de una comunicación de red de retroceso 315. En otro aspecto, tales formatos de transporte pueden transmitirse a través de un enlace dedicado desde el eNodeB origen 210S hasta el eNodeB destino 210T. En otro aspecto adicional, los formatos de transporte pueden transmitirse a través del enlace inalámbrico 405 al eNodeB destino 210T mediante el terminal 260.

Cuando el eNodeB origen y el eNodeB destino utilizan distintos esquemas de compresión robusta de cabecera (RoHC), la reutilización de los formatos de transporte aprendidos para una planificación semipersistente bajo traspaso puede requerir ajustes en los formatos de paquete según el perfil RoHC implementado por el eNodeB destino 210T.

En vista de los sistemas de ejemplo presentados, y descritos anteriormente, las metodologías para determinar una planificación semipersistente basada en patrones de planificación de aprendizaje que pueden implementarse según el contenido dado a conocer, se apreciarán mejor con referencia a los diagramas de flujo de las FIG. 5, 6 y 7. Aunque, para simplificar la explicación, las metodologías se muestran y se describen como una serie de bloques, debe entenderse y apreciarse que el contenido reivindicado no está limitado por el número o el orden de los bloques, ya que algunos bloques pueden aparecer en un orden diferente y/o simultáneamente con otros bloques a diferencia de lo que se ilustra y se describe en este documento. Además, es posible que no se necesiten todos los bloques ilustrados para implementar las metodologías descritas a continuación. Debe apreciarse que la funcionalidad asociada a los bloques puede implementarse mediante software, hardware, una combinación de los mismos o mediante cualquier otro medio adecuado (por ejemplo, dispositivo, sistema, proceso, componente,...). Además, debe apreciarse que las metodologías dadas a conocer a continuación y a lo largo de esta memoria descriptiva pueden almacenarse en un artículo de fabricación para facilitar el transporte y la transferencia de tales metodologías a varios dispositivos. Los expertos en la técnica entenderán y apreciarán que una metodología puede representarse alternativamente como una serie de estados o eventos interrelacionados, tal como en un diagrama de estados.

La FIG. 5A es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo 500 para estabilizar, y utilizar, una planificación semipersistente. El procedimiento 500 puede utilizarse en una estación base (por ejemplo, el eNodeB 210) que funcione en una red basada en paquetes (por ejemplo, basada en paquetes IP), y que dé servicio a dispositivos inalámbricos que puedan recibir y procesar (por ejemplo, descodificar) paquetes de datos de varios formatos. En la etapa 510 se planifica totalmente un flujo, o tren de datos paquetizado, para un intervalo de tiempo configurado de manera estática o dinámica. En un aspecto, la configuración dinámica permite dejar de planificar un flujo de datos según parámetros de procesamiento asociados con el flujo planificado (por ejemplo, momentos de una distribución acumulada de tamaños de paquetes planificados y de intervalos de tiempo entre paquetes). En un aspecto, tal intervalo de tiempo puede determinarse mediante un componente de gestión de red, por ejemplo una pasarela EPS. En otro aspecto, un componente de red (por ejemplo, el planificador 215) puede determinar el intervalo de tiempo una vez que el componente considere que una métrica fiable, en un sentido estadístico, ha obtenido un valor elevado según los parámetros que caracterizan al tren de datos paquetizado y planificado. Una magnitud del intervalo de tiempo puede oscilar entre algunas y cientos de tramas de paquetes, las cuales son compatibles normalmente con las tramas de radio utilizadas para transmitir información modulada a través de la interfaz aérea. En otro aspecto adicional, los intervalos de tiempo pueden inferirse en función de intervalos de tiempo ya utilizados.

En la etapa 520 se recopilan estadísticas acumuladas de tamaños de paquetes servidos (S) y de intervalos de tiempo entre paquetes (T). En un aspecto, la recopilación de estadísticas se refiere a un registro sistemático de pares {S, T} y a un análisis asociado; generación de una distribución de pares (por ejemplo, un histograma) y cálculo de momentos asociados (la media, la varianza, etc.) de la distribución, así como la identificación de patrones, características de conglomerados, etc. Además, la acumulación de estadísticas incluye almacenar las estadísticas acumuladas y los resultados extraídos, o aprendidos, de las mismas en una memoria (por ejemplo, la memoria 245). El intervalo de tiempo entre paquetes está asociado normalmente a la tasa de generación de tramas de paquetes; por ejemplo, un vocodificador puede generar tramas VoIP cada 20 ms. Una tasa de este tipo, así como un tamaño de paquete S, se determina normalmente por un planificador (por ejemplo, el planificador 215) según características asociadas al flujo, como un tamaño de una cola de paquetes de datos, la carga útil de datos, una sobrecarga tolerable que está directamente asociada con parámetros de QoS predeterminados (por ejemplo, la velocidad binaria garantizada y la velocidad binaria mínima), la carga del sector, el rendimiento del sector, etc.

En la etapa 530 se identifica un conjunto de picos con la acumulación más alta, o conjunto de máximos de las distribuciones de los pares {S, T}. En un aspecto, un único pico puede atribuirse a un flujo a modo de ráfagas periódicas o no periódicas de paquetes de datos. Tal identificación se basa normalmente en el análisis de las estadísticas acumuladas. En la etapa 540 se evalúa una característica de un máximo de distribución: si más de un porcentaje predeterminado (P) de pares {S, T} están distribuidos dentro de un tamaño de tolerancia D, entonces la distribución tiene forma de campana y el flujo puede planificarse de manera eficaz a través de una planificación semipersistente; esto último tiene lugar en la etapa 550. Debe apreciarse que la magnitud de P y D puede fijarse de manera estática en el momento de configurar un componente que lleve a cabo la metodología 500. Además, D puede inferirse según datos complementarios asociados a una red de comunicaciones en la que esté implementada la metodología 500. Por ejemplo, dependiendo del flujo, D puede asumir distintos valores, lo que puede reflejar propiedades operativas (por ejemplo, la configuración de una antena, el reloj de un procesador, la frecuencia de funcionamiento de recursos de potencia conmutados) de un terminal destino y/o un tipo de suscripción (por ejemplo, usuario premium, usuario normal, usuario comercial) llevados a cabo por el terminal que recibe el flujo. Cuando la distribución de pares {S, T} no permite el porcentaje P de pares dentro de D, se considera que la planificación semipersistente no es adecuada y el flujo de datos permanece planificado totalmente para otro intervalo de tiempo predeterminado.

La FIG. 5B es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo 560 para establecer, y utilizar, una planificación semipersistente. El procedimiento de ejemplo 560 puede utilizarse para complementar el procedimiento de

ejemplo 500 o como una alternativa al mismo. Las etapas 565 y 570 del procedimiento de ejemplo 560 son sustancialmente idénticas, respectivamente, a las etapas 510 y 520 del procedimiento de ejemplo 500. En particular, en la etapa 565 se planifica totalmente un flujo, o tren de datos paquetizado, para un intervalo de tiempo configurado de manera estática o dinámica. En un aspecto, la configuración dinámica permite dejar de planificar un flujo de datos según parámetros de procesamiento asociados al flujo planificado (por ejemplo, momentos de una distribución acumulada de tamaños de paquetes planificados y de intervalos de tiempo entre paquetes). En un aspecto, tal intervalo de tiempo puede determinarse mediante un componente de gestión de red, por ejemplo una pasarela EPS. En otro aspecto, un componente de red (por ejemplo, el planificador 215) puede determinar el intervalo de tiempo una vez que el componente considere que una métrica fiable, en un sentido estadístico, ha obtenido un valor elevado según los parámetros que caracterizan al tren de datos paquetizado y planificado. Una magnitud del intervalo de tiempo puede oscilar entre algunas y cientos de tramas de paquetes, las cuales son compatibles normalmente con las tramas de radio utilizadas para transmitir información modulada a través de la interfaz aérea. En otro aspecto adicional, los intervalos de tiempo pueden inferirse en función de intervalos de tiempo ya utilizados.

En la etapa 570 se recopilan estadísticas acumuladas de tamaños de paquetes servidos (S) y de intervalos de tiempo entre paquetes (T). En un aspecto, la recopilación de estadísticas se refiere a un registro sistemático de pares {S, T} y a un análisis asociado; generación de una distribución de pares (por ejemplo, un histograma) y cálculo de momentos asociados (la media, la varianza, etc.) de la distribución, así como la identificación de patrones, características de conglomerados, etc. Además, la acumulación de estadísticas incluye almacenar las estadísticas acumuladas y los resultados extraídos, o aprendidos, de las mismas en una memoria (por ejemplo, la memoria 245). El intervalo de tiempo entre paquetes está asociado normalmente a la tasa de generación de tramas de paquetes; por ejemplo, un vocodificador puede generar tramas VoIP cada 20 ms. Una tasa de este tipo, así como un tamaño de paquete S, se determina normalmente por un planificador (por ejemplo, el planificador 215) según características asociadas al flujo, como un tamaño de una cola de paquetes de datos, la carga útil de datos, una sobrecarga tolerable que está directamente asociada con parámetros de QoS predeterminados (por ejemplo, la velocidad binaria garantizada y la velocidad binaria mínima), la carga del sector, el rendimiento del sector, etc.

En la etapa 575, estadísticas acumuladas para tamaños de paquetes de datos y para intervalos de tiempo entre paquetes se contrastan con "improntas digitales de trenes de datos" disponibles asociadas con generadores de datos específicos. Tales improntas digitales pueden incluir parámetros estadísticos (la media, la desviación típica, tamaños e intervalos de tiempo entre paquetes, etc.), así como formatos de transporte, asociados con una distribución de características de paquetes de datos generados por un generador de datos, por ejemplo un vocodificador. En un aspecto, un conjunto de improntas digitales de trenes de datos puede almacenarse en una memoria (por ejemplo, la memoria 245) de un eNodeB que planifique el flujo de datos para un intervalo de tiempo inicial. Una comparación positiva de estadísticas acumuladas de un flujo de datos planificado da como resultado utilizar una planificación semipersistente; esto tiene lugar en la etapa 580. En caso contrario, el flujo se dirige a la etapa 565 y se acumulan estadísticas adicionales.

La FIG. 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo 600 para seleccionar formatos de transporte adecuados para una planificación semipersistente. En un aspecto, el procedimiento de ejemplo 600 puede utilizarse junto con la metodología 500. Sin embargo, debe apreciarse que el procedimiento de ejemplo 600 puede utilizarse de manera independiente a casi cualquier otro procedimiento. En la etapa 610 se comprueba de manera recursiva si se está llevando a cabo una planificación semipersistente hasta que haya una indicación de que tal mecanismo de planificación está activo; por ejemplo, se ha llevado a cabo la etapa 550 del procedimiento de ejemplo y, por tanto, una planificación semipersistente está implementada en un sistema que utiliza ambos procedimientos de ejemplo 500 y 600. En la etapa 620 se selecciona un formato de paquete para permitir el mayor tamaño de paquete dentro de una tolerancia, por ejemplo la tolerancia D del procedimiento de ejemplo 500, de un formato de transporte (por ejemplo, {S, T}) con las estadísticas acumuladas más altas. En la etapa 630 se selecciona un intervalo de tiempo de planificación semipersistente. Una selección de este tipo puede basarse en al menos los siguientes criterios: (i) el intervalo de tiempo es el menor tiempo entre paquetes dentro de una tolerancia (por ejemplo, D) del formato de transporte con las estadísticas acumuladas más altas; (ii) el intervalo de tiempo es el retardo máximo tolerado por un flujo planificado seleccionado. Tal retardo máximo se transmite normalmente por una etiqueta asociada con un flujo que va a planificarse de manera semipersistente; (iii) el intervalo de tiempo es el recíproco de una tasa máxima de pérdida de paquetes; (iv) el intervalo de tiempo de planificación semipersistente es el mínimo común múltiplo de las tasas de

generación $r_l = 1/T_l$, donde $l = 1, 2, \dots, M$, y T_l son intervalos de tiempo entre paquetes asociados con paquetes dentro de la tolerancia de tamaños de paquete. En la etapa 640 se seleccionan un formato de paquete, o tamaño de bloque de transporte (S), y un intervalo de tiempo (T) para satisfacer la relación $S \times T \leq ABR$. Debe apreciarse que tal selección puede dar lugar a que los paquetes de datos se segmenten durante su transmisión a través de la interfaz aérea, ya que el S seleccionado puede ser más pequeño que un paquete planificado que va a transmitirse. Debe apreciarse que la ABR se transmite normalmente por una etiqueta asociada al flujo que va a planificarse de manera semipersistente. Además, pueden utilizarse otras velocidades binarias, tales como GBR, como un límite para el producto $S \times T$.

En la etapa 650 pueden seleccionarse de manera conjunta un formato de paquete y un intervalo de tiempo a partir de un conjunto de flujos que van a planificarse de manera semipersistente. En un aspecto, tal selección puede suponer una optimización del formato de paquete y del intervalo de tiempo en función de las métricas de QoS asociadas al flujo planificado y transmitidas en etiquetas respectivas, facilitándose la optimización por el analizador 225 a través del procesador 235.

La FIG. 7 presenta un diagrama de flujo de un procedimiento de ejemplo 700 que utiliza un formato de transporte aprendido para una planificación semipersistente en un traspaso desde una estación base origen hasta una estación base destino. En la etapa 710 se identifica una célula destino para el traspaso. La identificación puede basarse en la calidad de canal de enlace descendente y/o de enlace ascendente de un terminal (por ejemplo, 260) que esté traspasándose con respecto a una célula destino. En la etapa 720 se comprueba si una compresión robusta de cabecera (RoHC) en la célula destino es compatible con la célula origen. La etapa de comprobación puede implementarse a través de una red de comunicación de retroceso en función de, al menos en parte, la autenticación de un intercambio de tipo toma de contacto. En caso de que haya incompatibilidades, un conjunto de formatos de transporte (por ejemplo, un conjunto de tamaño de paquete y de intervalo entre paquetes o de tasa de generación asociada con una aplicación específica (voz, videotelefonía, transferencia(s) de archivos)) utilizado para una planificación semipersistente en la célula origen se ajusta según la RoHC de la célula destino. Tal ajuste es necesario para dar cuenta de la diferente compresión experimentada por un paquete transmitido en un flujo en la célula destino. Tras el ajuste, en la etapa 740 el conjunto de formatos de transporte ajustados se transmite a la célula destino identificada. En caso de compatibilidad entre las RoHC en las células origen y destino, un conjunto de formatos de transporte para una planificación semipersistente seleccionada por la célula origen se transmite a la célula destino.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques 800 de una realización de un sistema transmisor 810 (tal como el eNodeB 210 o las estaciones base 110a, 110b o 110c) y de un sistema receptor 850 (por ejemplo, el terminal de acceso 260) en un sistema MIMO que puede proporcionar comunicación de célula/sector en un entorno de comunicaciones inalámbricas según uno o más aspectos expuestos en este documento; por ejemplo, la generación, optimización, comunicación y descodificación de secuencias de sincronización (por ejemplo, P-SCH) pueden producirse tal y como se ha descrito anteriormente en este documento. En el sistema transmisor 810 pueden proporcionarse datos de tráfico para una pluralidad de trenes de datos desde una fuente de datos 812 hasta un procesador de datos de transmisión (TX) 814. En una realización, cada flujo de datos se transmite a través de una antena de transmisión respectiva. El procesador de datos TX 814 formatea, codifica y entrelaza los datos de tráfico para cada tren de datos basándose en un esquema de codificación particular para ese tren de datos para proporcionar datos codificados. Los datos codificados para cada tren de datos pueden multiplexarse con datos piloto utilizando técnicas OFDM. Los datos piloto son normalmente un patrón de datos conocido que se procesa de una manera conocida y que puede utilizarse en el sistema receptor para estimar la respuesta de canal. Después, los datos codificados y los datos piloto multiplexados para cada tren de datos se modulan (por ejemplo, se correlacionan sus símbolos) en función de un esquema de modulación particular (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase múltiple (MPSK) o modulación de amplitud en cuadratura M-aria (MQAM)) seleccionado para ese tren de datos para proporcionar símbolos de modulación. La velocidad de transmisión de datos, la codificación y la modulación para cada tren de datos puede determinarse mediante instrucciones ejecutadas por un procesador 830, estando almacenados tanto las instrucciones como los datos en una memoria 832. El procesador 830 también ejecuta instrucciones, almacenadas en la memoria 832, que facilitan la planificación de paquetes de datos para uno o más trenes de datos paquetizados, recopilan estadísticas de tamaños de formato de paquetes planificados y de intervalos de tiempo entre paquetes, y extraen tamaños de bloque de transporte y tiempos entre paquetes para implementar, por ejemplo ejecutar, un conjunto de instrucciones que permiten la utilización de una planificación semipersistente eficaz.

Los símbolos de modulación para todos los trenes de datos se proporcionan después a un procesador MIMO TX 820, el cual puede procesar adicionalmente los símbolos de modulación (por ejemplo, OFDM). Después, el procesador MIMO TX 820 proporciona N_T trenes de símbolos de modulación a N_T transceptores (TMTR/RCVR) 822_A a 822_T. En determinadas realizaciones, el procesador MIMO TX 820 aplica ponderaciones de conformación de haz (o precodificación) a los símbolos de los trenes de datos y a la antena desde la cual está transmitiéndose el símbolo. Cada transceptor 822 recibe y procesa un tren de símbolos respectivo para proporcionar una o más señales analógicas y, además, acondiciona (por ejemplo, amplifica, filtra y convierte de manera ascendente) las señales analógicas para proporcionar una señal modulada adecuada para su transmisión a través del canal MIMO. Después, las N_T señales moduladas de los transceptores 822_A a 822_T se transmiten desde N_T antenas 824₁ a 824_T, respectivamente. En el sistema receptor 850, las señales moduladas transmitidas se reciben mediante N_R antenas 852₁ a 852_R y la señal recibida desde cada antena 852 se proporciona a un transceptor respectivo (RCVR/TMTR) 854_A a 854_R. Cada transceptor 854₁ a 854_R acondiciona (por ejemplo, filtra, amplifica y convierte de manera descendente) una señal recibida respectiva, digitaliza la señal acondicionada para proporcionar muestras y procesa adicionalmente las muestras para proporcionar un tren de símbolos "recibido" correspondiente.

Después, un procesador de datos RX 860 recibe y procesa los N_R trenes de símbolos recibidos desde los N_R

transceptores 854₁ a 854_R basándose en una técnica de procesamiento de receptor particular para proporcionar N_T trenes de símbolos "detectados". Después, el procesador de datos RX 860 desmodula, desentrelaza y descodifica cada tren de símbolos detectado para recuperar los datos de tráfico para el tren de datos. El procesamiento del procesador de datos RX 860 es complementario al llevado a cabo por el procesador MIMO TX 820 y por el procesador de datos TX 814 en el sistema transmisor 810. Un procesador 870 determina de manera periódica qué matriz de precodificación utilizar, pudiendo estar almacenada dicha matriz en una memoria 872. El procesador 870 formula un mensaje de enlace inverso que comprende una parte de índice de matriz y una parte de valor de rango. La memoria 872 puede almacenar instrucciones que cuando se ejecutan por el procesador 870 dan como resultado la formulación del mensaje de enlace inverso. El mensaje de enlace inverso puede comprender varios tipos de información relacionada con el enlace de comunicación o el tren de datos recibido, o una combinación de los mismos. Como un ejemplo, tal información puede comprender un recurso de comunicación ajustado, un desfase para ajustar un recurso planificado, e información para descodificar un formato de paquete de datos. Después, el mensaje de enlace inverso se procesa por un procesador de datos TX 838, que también recibe datos de tráfico para una pluralidad de trenes de datos desde una fuente de datos 836, se modula por un modulador 880, se acondiciona por los transceptores 854_A a 854_R y se devuelve al sistema transmisor 810.

En el sistema transmisor 810, las señales moduladas del sistema receptor 850 se reciben mediante las antenas 824₁ a 824_T, se acondicionan mediante los transceptores 822_A a 822_T, se desmodulan por un desmodulador 840 y se procesan mediante un procesador de datos RX 842 para extraer el mensaje de enlace inverso transmitido por el sistema receptor 850. Después, el procesador 830 determina qué matriz de precodificación utilizar para determinar las ponderaciones de conformación de haz y procesa el mensaje extraído.

El modo de funcionamiento MIMO de único usuario (SU) corresponde al caso en que un único sistema receptor 850 se comunica con el sistema transmisor 810, tal y como se ilustra en la FIG. 8 y según el funcionamiento descrito anteriormente. Debe apreciarse que en el presente modo de funcionamiento puede establecerse una potencia entre células tal y como se ha descrito anteriormente en este documento. En un sistema SU-MIMO, los N_T transmisores 824₁ a 824_T (también conocidos como antenas TX) y los N_R receptores 852₁ a 852_R (también conocidos como antenas RX) forman un canal matricial (por ejemplo, un canal de Rayleigh o un canal gaussiano) para una comunicación inalámbrica. El canal SU-MIMO se describe generalmente mediante una matriz N_R × N_T de números complejos aleatorios. El rango del canal es igual al rango algebraico del canal N_R × N_T. En la codificación espacio-tiempo o espacio-frecuencia, el rango es igual al número de trenes de datos, o capas, que se envían a través del canal. Debe apreciarse que el rango es casi igual al min {N_T, N_R}. Un canal MIMO formado por las N_T antenas de transmisión y por las N_R antenas de recepción puede descomponerse en N_V canales independientes, que también se denominan como canales espaciales, donde N_V ≤ min {N_T, N_R}. Cada uno de los N_V canales independientes corresponde a una dimensión o capa de comunicación. El generador de canal de sincronización 215 puede correlacionar una secuencia generada, después de la modulación de la misma, con las N_V capas de comunicación en las que el canal MIMO puede descomponerse. El procesador 225 puede llevar a cabo una parte de la correlación.

En un aspecto, los símbolos transmitidos/recibidos con OFDM, en un tono ω , pueden modelarse de la siguiente manera:

$$\mathbf{y}(\omega) = \mathbf{H}(\omega)\mathbf{c}(\omega) + \mathbf{n}(\omega). \quad (1)$$

donde $\mathbf{y}(\omega)$ es el tren de datos recibido y es un vector N_R × 1, $\mathbf{H}(\omega)$ es la matriz N_R × N_T de respuesta de canal en el tono ω (por ejemplo, la transformada de Fourier de la matriz $\mathbf{h}$ de respuesta de canal dependiente del tiempo), $\mathbf{c}(\omega)$ es un vector de símbolos de salida N_T × 1 y $\mathbf{n}(\omega)$ es un vector de ruido N_R × 1 (por ejemplo, ruido blanco gaussiano aditivo). La precodificación puede convertir un vector de capa N_V × 1 en un vector de salida de precodificación N_T × 1. N_V es el número real de trenes (capas) de datos transmitidos por el transmisor 810, y N_V puede planificarse según el criterio del transmisor (por ejemplo, el punto de acceso 250) en función de, al menos en parte, las condiciones de canal y el rango notificado por el terminal. Debe apreciarse que $\mathbf{c}(\omega)$ es el resultado de al menos un esquema de multiplexación y de al menos un esquema de precodificación (o de conformación de haz) aplicados por el transmisor. Además, $\mathbf{c}(\omega)$ se convoluciona con una matriz de ganancia de potencia, lo que determina la cantidad de potencia que el transmisor 810 asigna para transmitir cada tren de datos N_V. Debe apreciarse que una matriz de ganancia de potencia de este tipo puede ser un recurso que esté asignado al terminal de acceso 240 y que pueda administrarse a través del ajuste de desfases de potencia descritos en este documento. En vista de la reciprocidad FL/RL del canal inalámbrico, debe apreciarse que una transmisión desde el receptor MIMO 850 también puede modelarse según la ecuación (1), incluyendo sustancialmente los mismos elementos. Además, el receptor 850 también puede aplicar esquemas de precodificación antes de transmitir datos en el enlace inverso. Debe apreciarse que la generación de PSC optimizados (por ejemplo, 320₁, 320₂ o 320₃) precede a la correlación de la secuencia generada con un bloque de recursos de tiempo-frecuencia OFDM. Tal y como se ha mencionado anteriormente, el generador de canal de sincronización 215 puede correlacionar una secuencia generada, la cual puede transmitirse de la manera

descrita anteriormente.

En el sistema 800 (FIG. 8), cuando $N_T = N_R = 1$, el sistema 800 se reduce a un sistema de una única entrada y una única salida (SISO) que puede proporcionar comunicación de sector en un entorno de comunicaciones inalámbricas según uno o más aspectos descritos en este documento. Como alternativa, un modo de funcionamiento de una única entrada y múltiples salidas (SIMO) se corresponde con $N_T > 1$ y $N_R = 1$. Además, cuando múltiples receptores se comunican con el sistema transmisor 810, se establece un modo de funcionamiento MIMO multiusuario (MU).

A continuación, un sistema que puede permitir aspectos de los contenidos dados a conocer se describe con relación a la FIG. 9. Tal sistema puede incluir bloques funcionales, que pueden ser bloques funcionales que representan funciones implementadas por un procesador o una máquina electrónica, software o combinación de los mismos (por ejemplo, firmware).

La FIG. 9 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo que permite un enfoque de aprendizaje para establecer y utilizar una planificación persistente de uno o más flujos de datos paquetizados. El sistema 900 puede residir, al menos parcialmente, en una estación base inalámbrica (por ejemplo, el eNodeB 210). El sistema 900 incluye una agrupación lógica 910 de componentes electrónicos que pueden actuar conjuntamente. En un aspecto, la agrupación lógica 910 incluye un componente electrónico 915 para acumular una distribución de tamaños de paquetes totalmente planificados (Ss) y de intervalos de tiempo entre paquetes (Ts); un componente electrónico 925 para utilizar una planificación semipersistente cuando una pluralidad de pares {S, T} contenidos dentro de un tamaño de tolerancia (D) de un pico en la distribución acumulada está por encima de un umbral; y un componente electrónico 935 para utilizar una planificación semipersistente cuando las estadísticas acumuladas coinciden con una estadística conocida para paquetes de datos generados por un generador de flujos de paquetes, utilizando una planificación semipersistente.

El sistema 900 también puede incluir una memoria 940 que almacene instrucciones para ejecutar funciones asociadas a los componentes electrónicos 915, 925 y 935, así como datos medidos y calculados que puedan generarse durante la ejecución de tales funciones. Aunque se muestran externos a la memoria 940, debe entenderse que uno o más de los componentes electrónicos 915, 925 y 935 pueden residir en la memoria 940.

Para una implementación en software, las técnicas descritas en este documento pueden implementarse con módulos (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que lleven a cabo las funciones descritas en este documento. Los códigos de software pueden almacenarse en unidades de memoria y ejecutarse mediante procesadores. La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o de manera externa al procesador, en cuyo caso puede acoplarse de manera comunicativa al procesador a través de varios medios conocidos en la técnica.

Varios aspectos o características descritos en este documento pueden implementarse como un procedimiento, aparato o artículo de fabricación utilizando técnicas de ingeniería o de programación estándar. El término "artículo de fabricación" utilizado en este documento pretende abarcar un programa informático accesible desde cualquier dispositivo legible por ordenador, portador o medio. Por ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero sin limitarse a, dispositivos de almacenamiento magnéticos (por ejemplo, un disco duro, un disco flexible, bandas magnéticas, etc.), discos ópticos (por ejemplo, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), etc.), tarjetas inteligentes y dispositivos de memoria flash (por ejemplo, EPROM, tarjeta, lápiz USB, dispositivo USB en forma de llave (*key drive*), etc.). Además, varios medios de almacenamiento descritos en este documento pueden representar uno o más dispositivos y/u otros medios legibles por máquina para almacenar información. El término "medio legible por máquina" puede incluir, pero sin limitarse a, canales inalámbricos y otros diversos medios que pueden almacenar, contener y/o portar una instrucción (instrucciones) y/o datos.

Tal y como se utiliza en este documento, el término "procesador" puede referirse a una arquitectura clásica o un ordenador cuántico. La arquitectura clásica comprende, pero no está limitada a comprender, procesadores de un solo núcleo; procesadores de un solo núcleo con capacidad software de ejecución multihilo; procesadores de múltiples núcleos; procesadores de múltiples núcleos con capacidad software de ejecución multihilo; procesadores de múltiples núcleos con tecnología hardware multihilo; plataformas paralelas; y plataformas paralelas con memoria compartida distribuida. Además, un procesador puede referirse a un circuito integrado, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), un procesador de señales digitales (DSP), una matriz de puertas programables de campo (FPGA), un controlador de lógica programable (PLC), un dispositivo de lógica programable compleja (CPLD), una lógica de transistor o de puertas discretas, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para llevar a cabo las funciones descritas en este documento. Una arquitectura informática cuántica puede basarse en cubits representados en puntos cuánticos reunidos o autoagrupados, plataformas de resonancia magnética nuclear, uniones de Josephson superconductoras, etc. Los procesadores pueden utilizar arquitecturas a nanoescala tales como, pero sin limitarse a, transistores basados en puntos moleculares y cuánticos, conmutadores y puertas, con el fin de optimizar la utilización del espacio o mejorar el funcionamiento del equipo de usuario. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo una combinación de un DSP y un

microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

Además, en la presente memoria descriptiva, el término "memoria" se refiere a dispositivos de almacenamiento de datos, dispositivos de almacenamiento de algoritmos y a otros dispositivos de almacenamiento de información tales como, pero sin limitarse a, dispositivos de almacenamiento de imágenes, dispositivos de almacenamiento digitales de música y vídeo, gráficos y bases de datos. Debe apreciarse que los componentes de memoria descritos en este documento pueden ser memorias volátiles o memorias no volátiles, o pueden incluir memorias tanto volátiles como no volátiles. A modo de ilustración, y de manera no limitativa, la memoria no volátil puede incluir una memoria de solo lectura (ROM), una ROM programable (PROM), una ROM eléctricamente programable (EPROM), una ROM eléctricamente borrable (EEPROM), o una memoria flash. La memoria volátil puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM), que actúa como una memoria caché externa. A modo de ilustración, y de manera no limitativa, la RAM está disponible de muchas maneras, tales como una RAM síncrona (SRAM), una RAM dinámica (DRAM), una DRAM síncrona (SDRAM), una SDRAM de doble velocidad de datos (DDRSDRAM), una SDRAM mejorada (ESDRAM), una DRAM de enlace síncrono (SLDRAM) y una RAM Rambus directa (DRRAM). Además, los componentes de memoria desvelados de los sistemas o procedimientos de este documento comprenden, sin limitarse a, éstos y otros tipos adecuados de memoria.

Lo que se ha descrito anteriormente incluye ejemplos de una o más realizaciones. Evidentemente, no es posible describir cada posible combinación de componentes o metodologías con el fin de describir las realizaciones mencionadas anteriormente, pero un experto en la técnica puede reconocer que es posible realizar combinaciones y permutaciones adicionales de varias realizaciones. Por consiguiente, las realizaciones descritas pretenden abarcar todas dichas alternaciones, modificaciones y variaciones que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, en lo que se refiere a la utilización de los términos "incluye", "que incluye", "posee", "que posee", o variantes de los mismos, en la descripción detallada o en las reivindicaciones, debe entenderse que tales términos son inclusivos de una manera similar al término "que comprende", ya que "que comprende" se interpreta cuando se utiliza como una palabra de transición en una reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:
planificar totalmente un flujo de paquetes durante un periodo de tiempo específico;
recopilar estadísticas acumuladas de tamaños de paquetes planificados, S_s , y de intervalos de tiempo entre paquetes, T_s , (520); e identificar un conjunto de picos con la acumulación más alta (530);
5 cuando una pluralidad de pares $\{S, T\}$ contenidos dentro de un tamaño de tolerancia, D , del pico está por encima de un umbral, utilizar una planificación semipersistente (540, 550).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además: cuando las estadísticas acumuladas coinciden con una estadística conocida para paquetes de datos generados por un generador de flujos de paquetes, utilizar una planificación semipersistente (575, 580).
- 10 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que utilizar una planificación semipersistente comprende además seleccionar un formato de paquete, S_0 , para permitir un mayor tamaño de paquete dentro del tamaño de tolerancia D .
4. El procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además seleccionar como un intervalo de tiempo de planificación semipersistente el intervalo de tiempo más pequeño de entre los paquetes dentro del tamaño de tolerancia.
15
5. El procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además seleccionar como un intervalo de tiempo de planificación semipersistente un máximo retardo tolerado por el flujo de paquetes planificado.
6. El procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además seleccionar como un intervalo de tiempo de planificación semipersistente un recíproco de la tasa máxima de pérdida de paquetes para el flujo de paquetes planificado.
20
7. El procedimiento según la reivindicación 3, que comprende además seleccionar como un intervalo de tiempo de planificación semipersistente el mínimo múltiplo común de un conjunto de intervalos de tiempo para tamaños de paquetes planificados dentro del tamaño de tolerancia.
8. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que utilizar una planificación semipersistente comprende además seleccionar un formato de paquete, S_0 , y un intervalo de tiempo semipersistente, T_0 , que satisfagan $S_0 \times T_0 \leq \rho$, donde ρ es uno de entre la velocidad binaria media y la velocidad binaria garantizada.
25
9. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que utilizar una planificación semipersistente comprende además seleccionar conjuntamente un formato de paquete y un intervalo de tiempo semipersistente a partir de un conjunto de flujos de paquetes totalmente planificados.
- 30 10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que seleccionar conjuntamente un formato de paquete y un intervalo de tiempo semipersistente a partir de un conjunto de flujos de paquetes totalmente planificados incluye optimizar el formato de paquete y el intervalo de tiempo en función de, al menos en parte, métricas de calidad de servicio asociadas al flujo planificado.
11. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que un formato de paquete resultante de una concatenación de S_0 , D y τ comprende un formato de transporte para una planificación semipersistente del flujo de paquetes.
35
12. El procedimiento según la reivindicación 2, que comprende además seguir con la planificación total de un flujo de paquetes cuando una pluralidad de pares $\{S, T\}$ contenidos dentro de un tamaño de tolerancia del pico no está por encima del umbral.
- 40 13. Un aparato que funciona en un sistema de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el aparato:
un procesador (235) configurado para planificar totalmente un flujo de paquetes; para generar una distribución acumulada de tamaños de paquetes planificados, S_s , y de intervalos de tiempo entre paquetes, T_s , (246); y cuando una pluralidad de pares $\{S, T\}$ contenidos dentro de un tamaño de tolerancia, D , de un pico en la distribución acumulada está por encima de un umbral, implementar una planificación semipersistente; y
45 una memoria acoplada al procesador (245).

14. Un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, que comprende:
- medios para acumular una distribución de tamaños de paquetes totalmente planificados, S_s , y de intervalos de tiempo entre paquetes, T_s ;
- 5 medios para utilizar una planificación semipersistente cuando una pluralidad de pares $\{S, T\}$ contenidos dentro de un tamaño de tolerancia, D , de un pico en la distribución acumulada está por encima de un umbral; y
- medios para utilizar una planificación semipersistente cuando las estadísticas acumuladas coinciden con una estadística conocida para paquetes de datos generados por un generador de flujos de paquetes, utilizando una planificación semipersistente.
- 10 15. Un producto de programa informático que incluye un medio legible por ordenador, que comprende: código para hacer que al menos un ordenador lleve a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12 cuando se ejecuta.

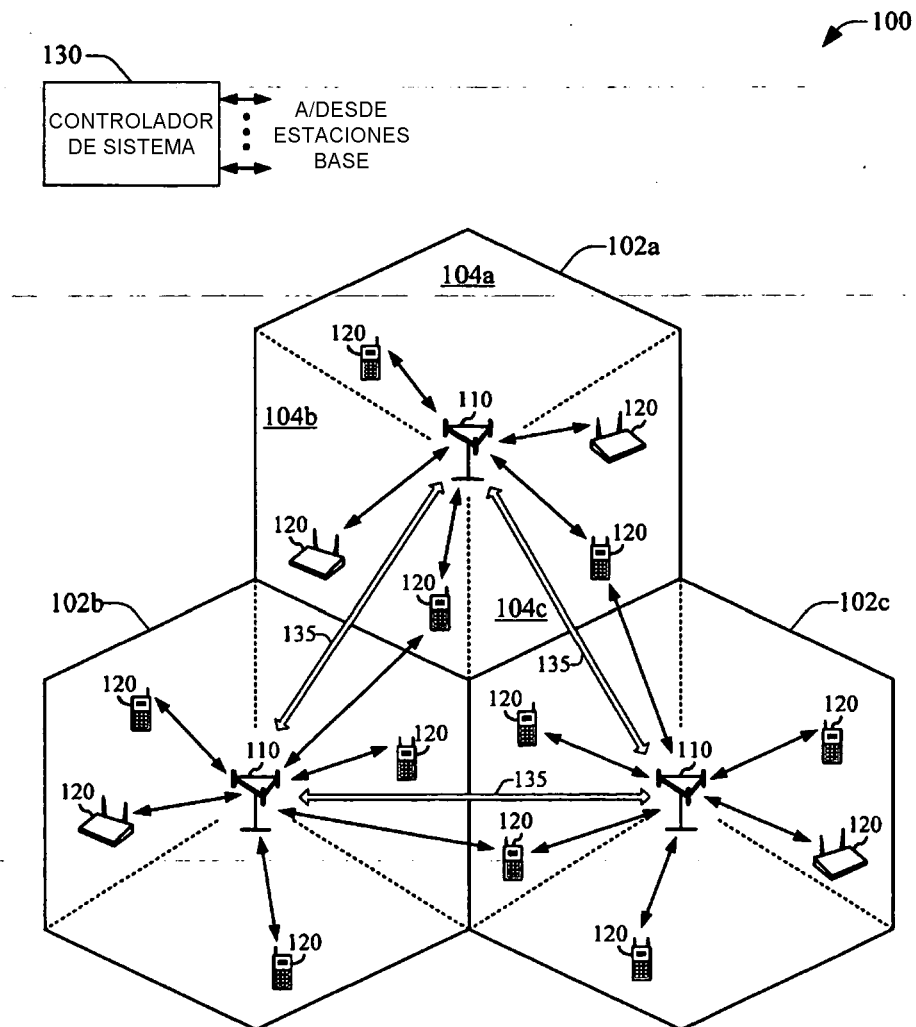


FIG. 1

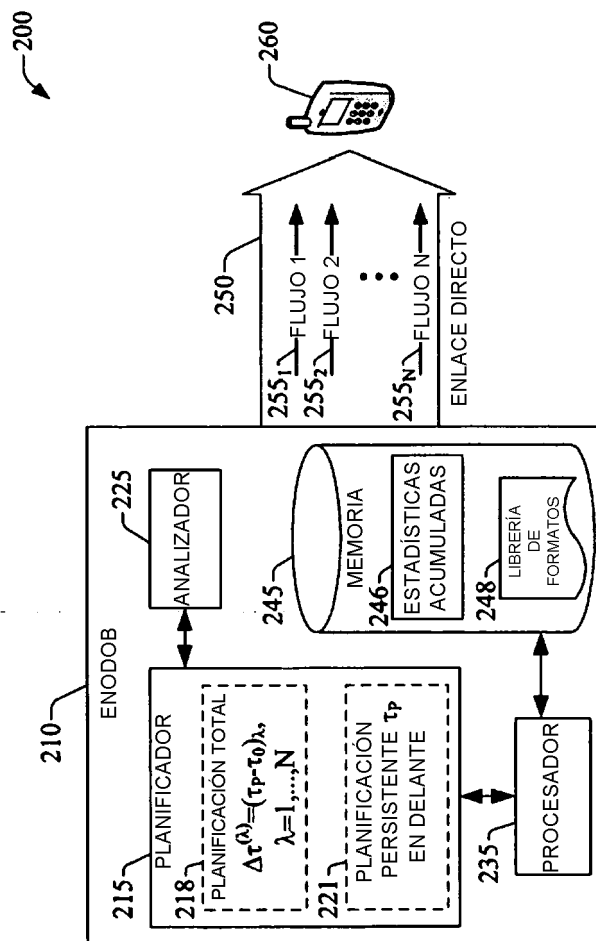


FIG. 2A

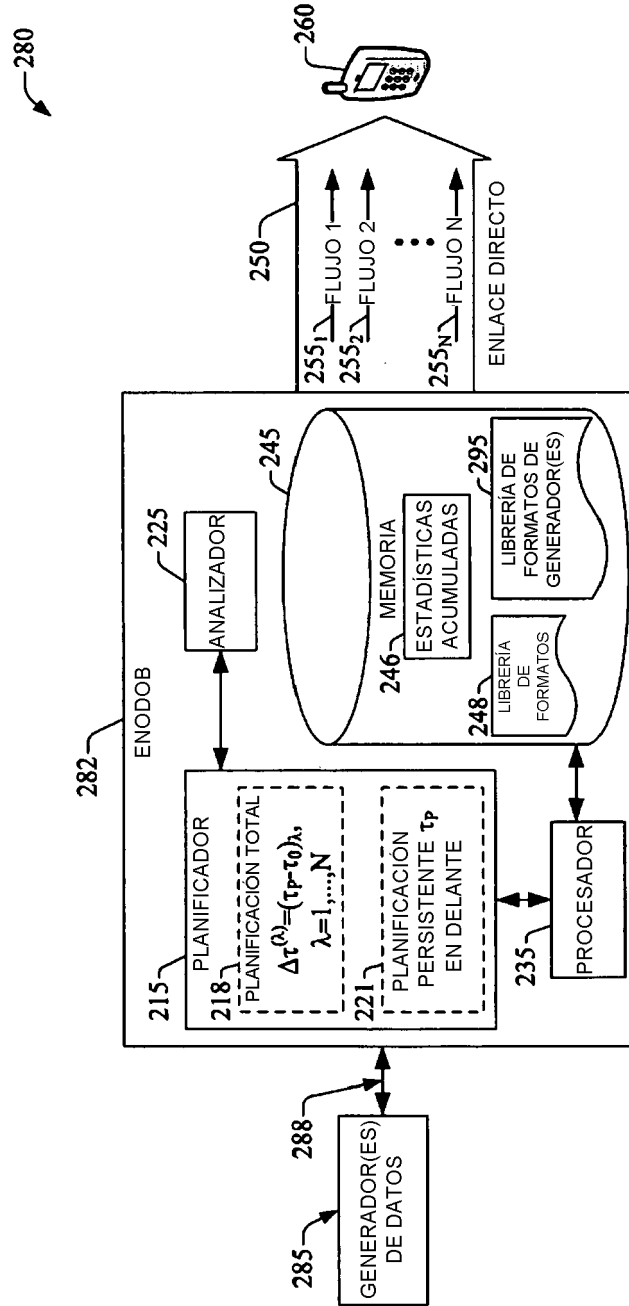


FIG. 2B

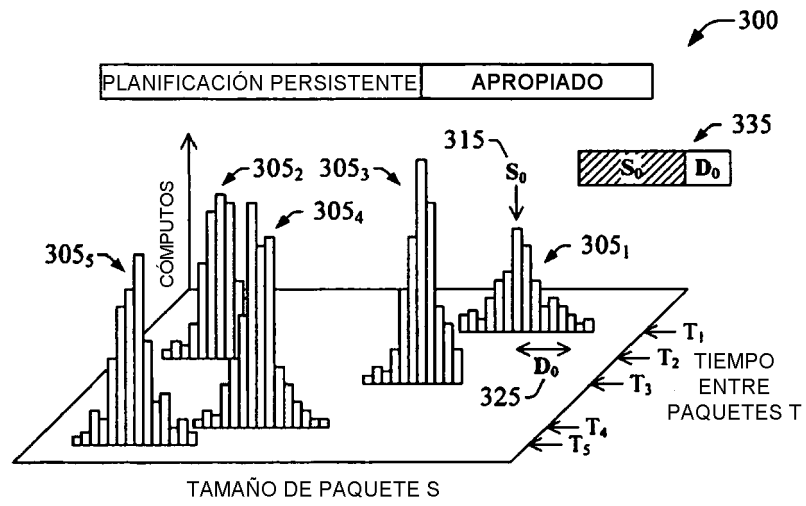


FIG. 3A

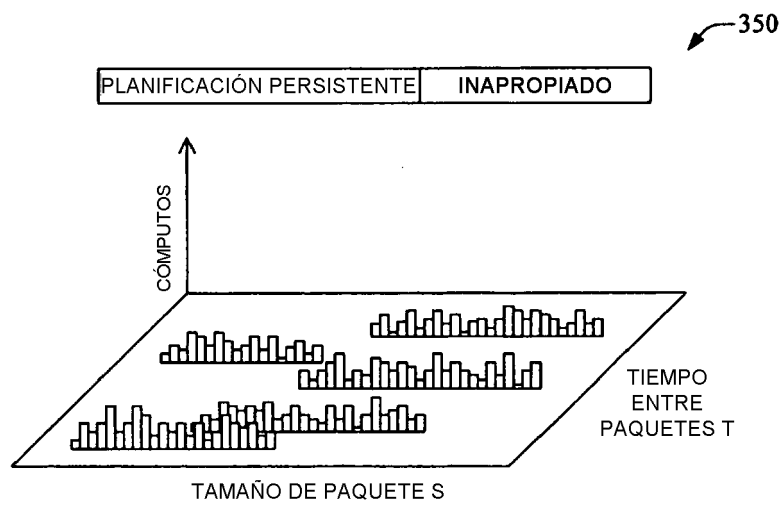


FIG. 3B

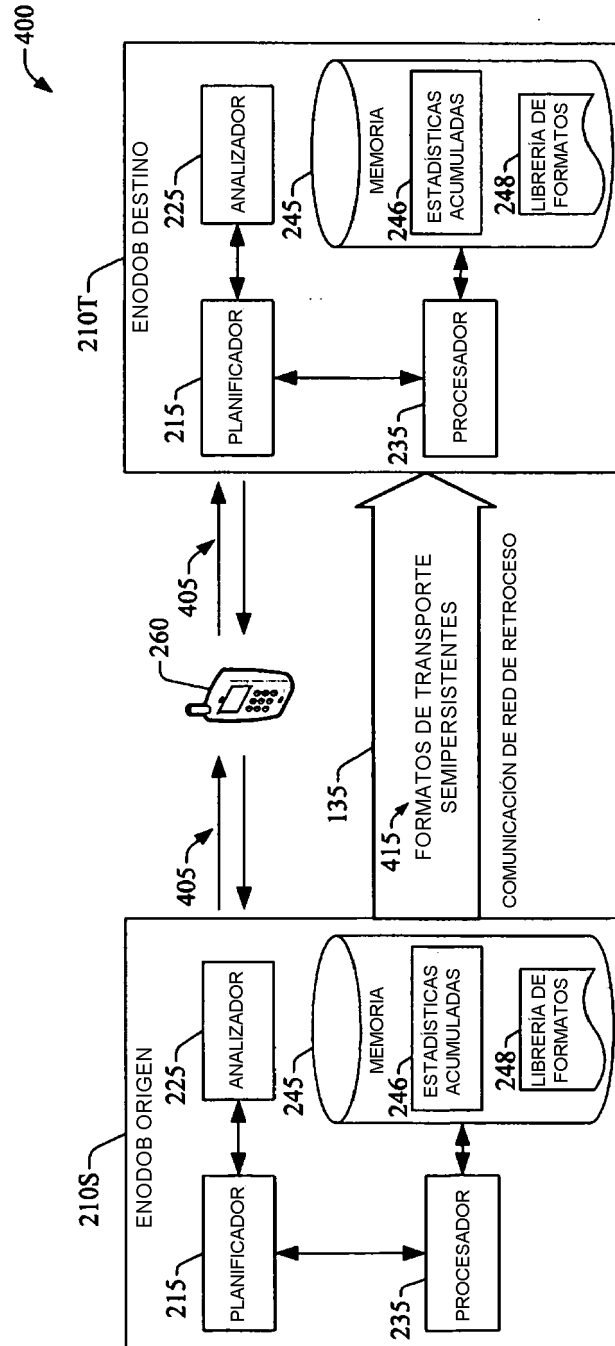
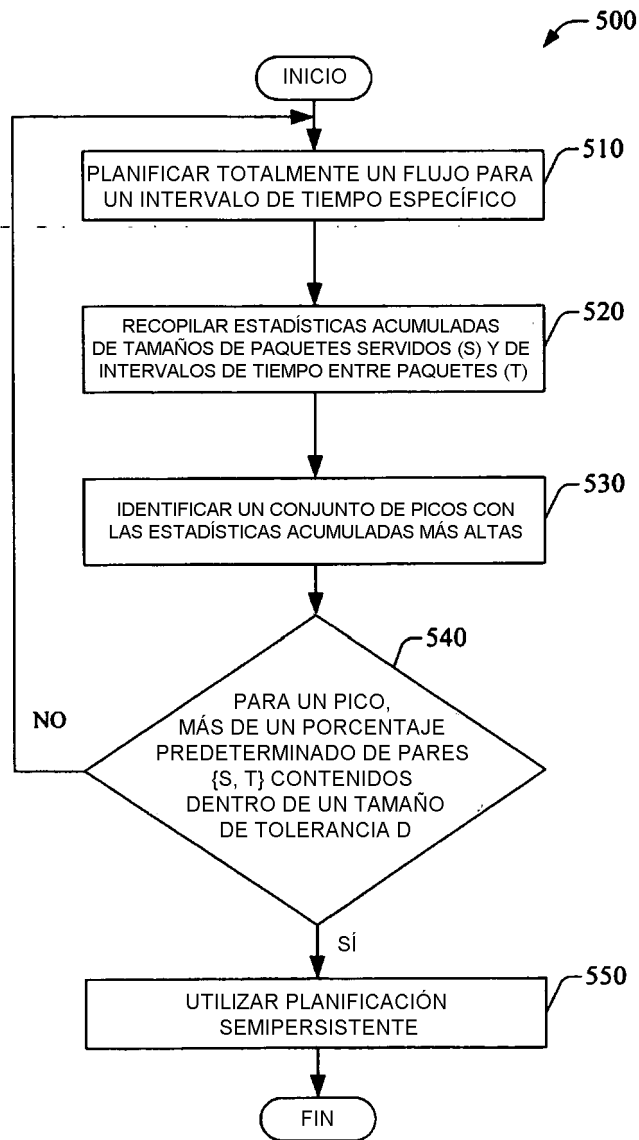
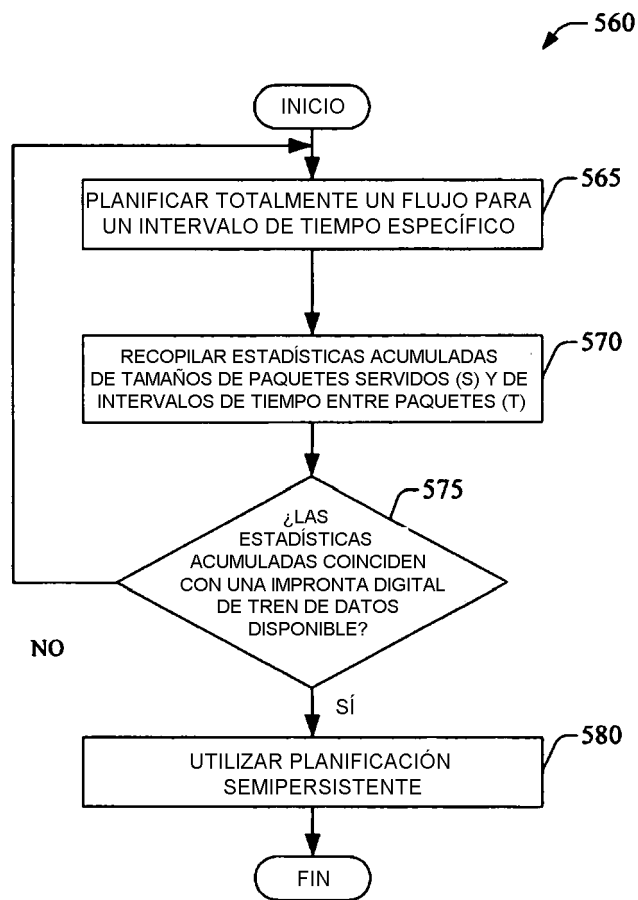


FIG. 4

**FIG. 5A**

**FIG. 5B**

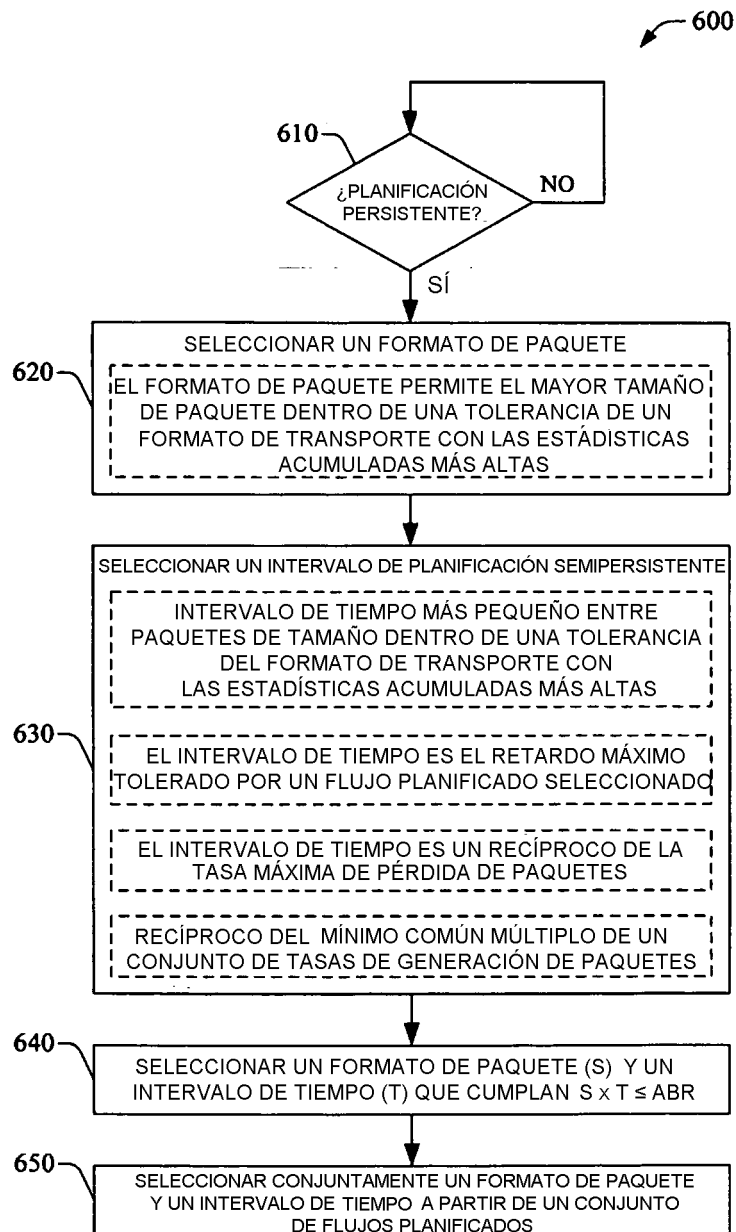


FIG. 6

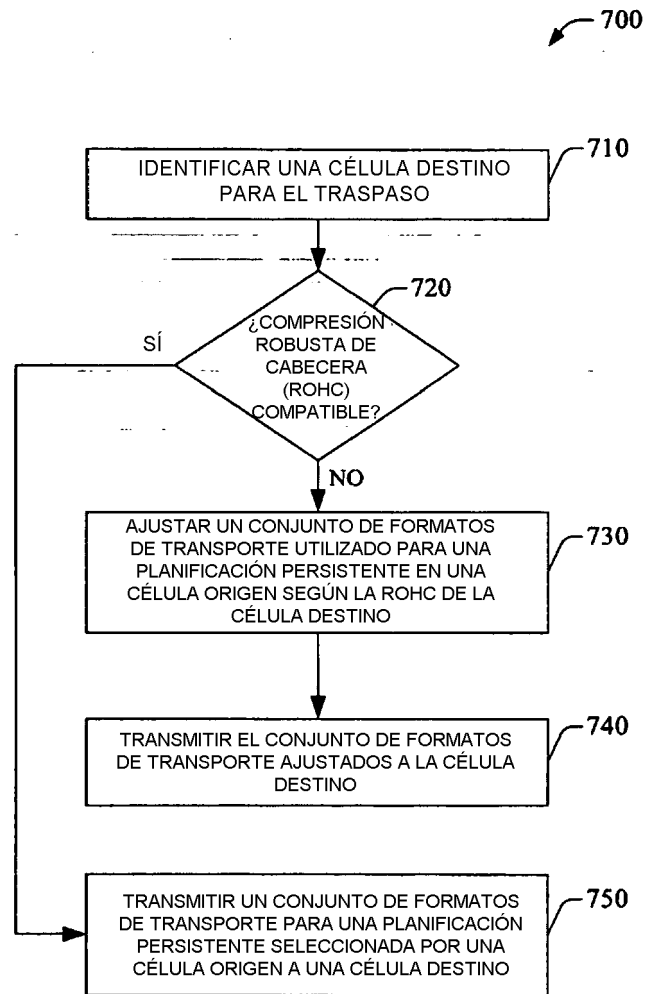


FIG. 7

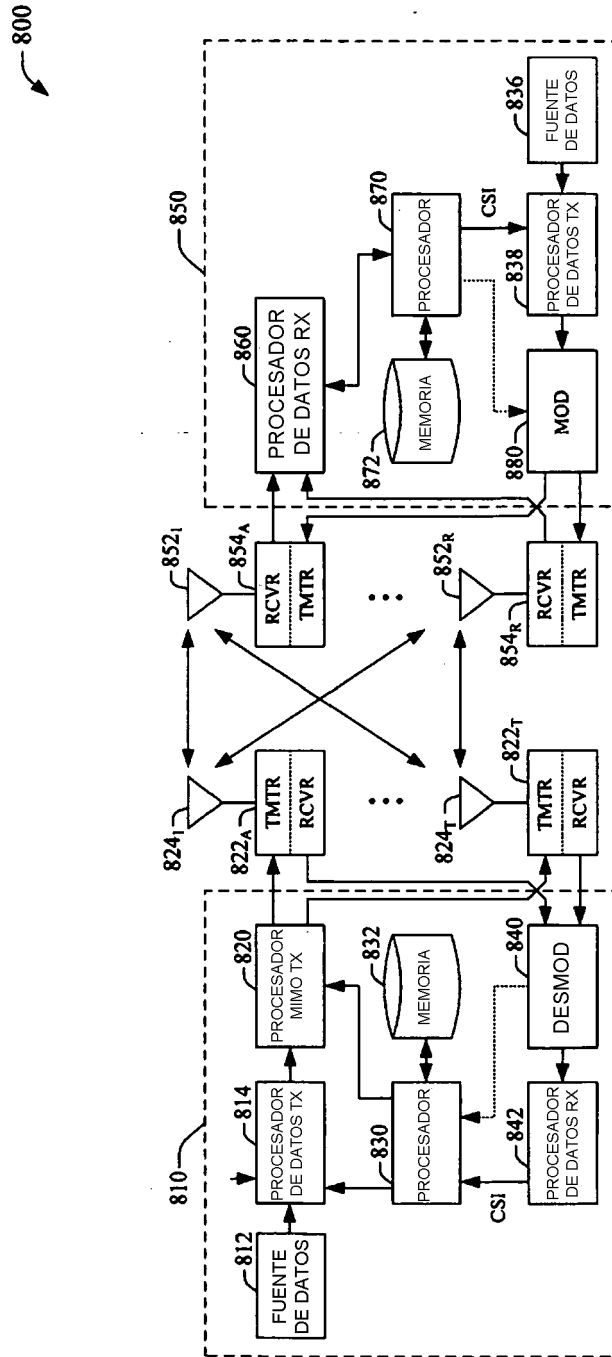


FIG. 8

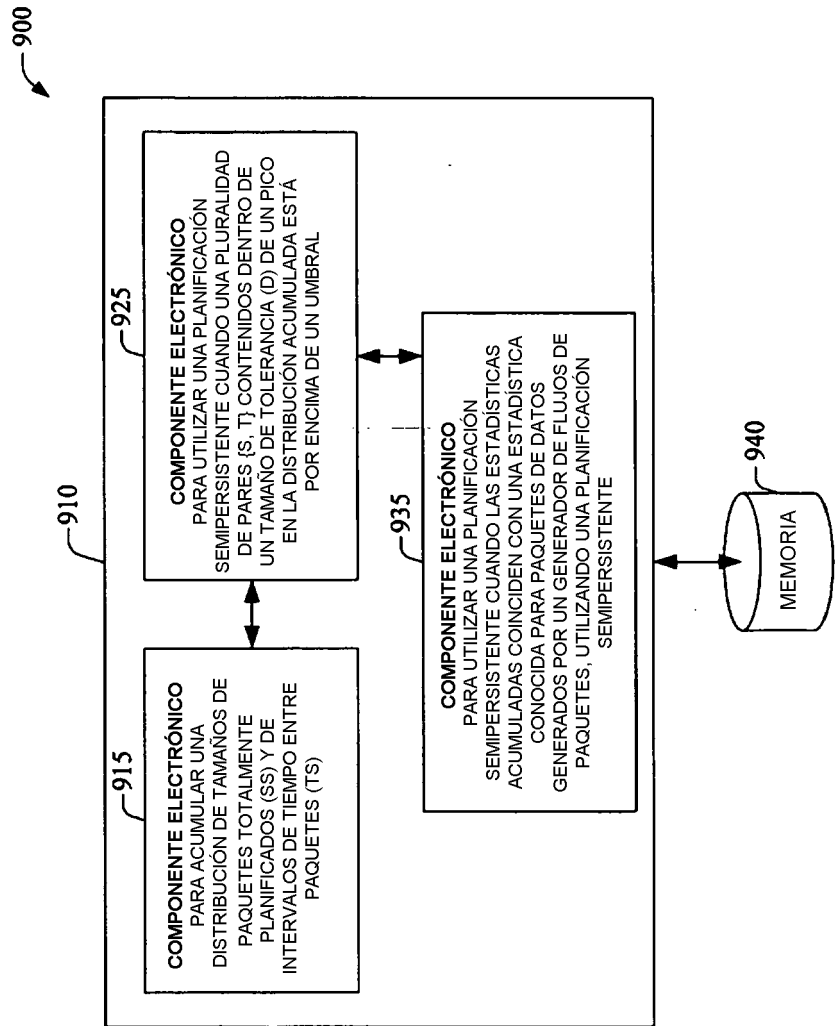


FIG. 9