



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 291 224**

51 Int. Cl.:
H04Q 7/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00975094 .4**

86 Fecha de presentación : **24.10.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1243146**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **25.09.2002**

54 Título: **Conmutación según el tipo de canal entre un canal común y un canal dedicado basado en la carga del canal común.**

30 Prioridad: **29.10.1999 US 430165**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2008

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (publ)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Andersson, Christoffer y**
Söderberg, Johan

74 Agente: **Torner Lasalle, Elisabet**

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

Conmutación según el tipo de canal entre un canal común y un canal dedicado basado en la carga del canal común.

5 **Campo de la invención**

La presente invención concierne a las comunicaciones de datos y, en particular, a la mejora de las comunicaciones de datos tomando en consideración la carga o caudal actual del canal de transmisión a la hora de tomar decisiones de conmutación del tipo de canal.

10 **Antecedentes y resumen de la invención**

En los sistemas actuales y futuros de comunicación por radio, se proporcionan y proporcionarán una pluralidad de servicios distintos. A la vez que los sistemas de comunicación por radio han proporcionado tradicionalmente servicios conmutados por circuito, por ejemplo para soportar las llamadas de voz, los servicios de datos conmutados por paquetes también están creciendo en importancia. Entre los ejemplos de servicios de datos por paquetes se incluyen el correo electrónico, las transferencias de archivos y la extracción de información utilizando Internet. Dado que los servicios de datos por paquetes utilizan a veces recursos del sistema de un modo que varía durante el transcurso de una sesión de paquete de datos, el flujo de paquetes tiene a menudo la característica de ser “intermitente”. Las ráfagas de paquetes transmitidos se entremezclan con períodos en los que no se transmiten paquetes, con lo que la “densidad” de paquetes es alta durante períodos de tiempo muy breves y muy baja durante períodos largos.

Los sistemas de comunicación móvil deben alojar servicios conmutados tanto por circuito como por paquetes. Pero a su vez, el limitado ancho de banda de radio se debe usar con eficiencia. Por lo tanto, se pueden utilizar diversos tipos de canales de radio para alojar con mayor eficiencia los distintos tipos de tráfico que se han de transportar por la interfaz de radio. Por ejemplo, un tipo de canal de radio puede estar configurado para transportar con mayor eficiencia el tráfico conmutado por circuito, y otro tipo de canal de radio puede estar configurado para transportar con mayor eficiencia tráfico conmutado por paquetes.

El Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) es un ejemplo de sistema móvil de comunicación que ofrece servicios conmutados por circuito a través de un nodo de un Centro de Conmutación Móvil (MSC) y servicios conmutados por paquetes a través de un nodo de un Servicio General de Radio por Paquetes (GPRS). Para el servicio garantizado, conmutado por circuito, se utilizan canales de tráfico dedicados. Un canal de radio está dedicado temporalmente (para la vida de la conexión móvil) a un usuario móvil particular y entrega dosis de información tal como las recibe sin retraso sustancial. Un canal dedicado proporciona por lo general un caudal de datos más elevado. Para el servicio de mejor esfuerzo, conmutado por paquetes, se utilizan unos canales comunes en los que una pluralidad de usuarios móviles comparten el canal común al mismo tiempo. Típicamente, un canal común entrega paquetes de información a un caudal de datos menor que un canal dedicado. De este modo, cuando la calidad del/de los parámetro/s de servicio requerido/s es/son relativamente elevados, por ejemplo para un discurso o comunicación sincronizada, transferencia suave/más suave, etc., se puede seleccionar un canal dedicado. Cuando la calidad del servicio requerido es relativamente baja, por ejemplo para un mensaje de correo electrónico, se puede seleccionar un canal común.

La selección del tipo de canal apropiado es particularmente importante en los sistemas móviles de tercera generación que emplean Acceso Múltiple por División de Código en Banda Ancha (W-CDMA). Los sistemas CDMA en banda ancha de tercera generación deben soportar una pluralidad de servicios conmutados por circuito y por paquetes a lo largo de un amplio rango de tasas de bits, por ejemplo desde kilobits por segundo hasta megabits por segundo. Dos de los recursos de radio más cruciales en el CDMA en banda ancha necesitados para soportar tales servicios son los códigos de canalización y la potencia de transmisión. Los códigos de canalización se utilizan para reducir interferencias y para separar la información entre distintos usuarios. Cuanta más capacidad de canal se requiere, más códigos de canalización se necesitan. Otros de los parámetros cruciales de recursos de radio son la potencia de transmisión y el nivel de interferencia. Los canales dedicados emplean un control de potencia de transmisión de bucle cerrado, lo que proporciona asignaciones de potencia más precisas y da como resultado menos interferencias y una tasa de error por bit más baja. Los canales comunes utilizan por lo general un control de potencia de bucle abierto, que es menos preciso y no resulta tan apropiado para transmitir grandes cantidades de datos.

Hay otros retos en el desarrollo de sistemas de CDMA en banda ancha para ofrecer servicios nuevos y más diversos y, a su vez, distribuir de manera eficiente los recursos limitados del sistema. Por ejemplo, aunque el tráfico de datos es “intermitente” por naturaleza, tal como se ha descrito anteriormente, los patrones de tráfico también se ven afectados por el protocolo de transmisión particular utilizado. Por ejemplo, el protocolo de transmisión utilizado más a menudo hoy en día en Internet es el Protocolo de Control de Transmisión (TCP). El TCP proporciona una entrega fiable y ordenada de una corriente de bytes y utiliza un mecanismo de control de flujo y un mecanismo de control de congestión. La cantidad de datos entregados para la transmisión se regula en base a la cantidad de congestión detectada, es decir, el exceso de paquetes. Para llevar a cabo esta regulación, cuando el TCP detecta la pérdida de un pequeño número de paquetes, reduce la tasa de transmisión a la mitad o más y, a continuación, aumenta poco a poco dicha tasa para elevar gradualmente el caudal. Este mecanismo de respuesta a la congestión puede tener un impacto desfavorable en el caudal de la red de radio.

Otro factor que se ha de considerar es el uso de diferentes clases de Calidad de Servicio (QoS). Por ejemplo, se pueden proporcionar tres clases diferentes de prioridad a los usuarios de una red: la prioridad baja incluiría a los usuarios con bajos requisitos de caudal y retrasos (por ejemplo, un usuario de correo electrónico); la prioridad media, a usuarios que requieren un caudal más elevado (por ejemplo, un servicio Web), y la prioridad elevada, a usuarios que necesitan un caudal elevado con retrasos bajos (por ejemplo, voz, vídeo, etc.).

Debido a la naturaleza intermitente de las transmisiones de datos por paquetes, los protocolos de transmisión sensibles a la congestión, los parámetros QoS y otros factores que hacen que las transmisiones de datos por paquetes sean bastante dinámicas, el tipo de canal más apropiado para soportar con eficiencia una conexión de usuario puede cambiar a lo largo de la vida de dicha conexión de usuario. En un momento determinado, podría ser mejor que la conexión de usuario estuviera soportada por un canal dedicado, mientras que en otro momento, podría ser mejor que la conexión de usuario estuviera soportada por un canal común.

El documento US-A-5673259 sugiere un enfoque para realizar una conmutación desde un canal de acceso aleatorio a un canal dedicado, o desde un canal dedicado a un canal de acceso aleatorio. Se establece una solicitud de banda ancha. Se realiza una conmutación desde el canal de acceso aleatorio al canal dedicado cuando la solicitud de banda ancha supera un primer umbral, y se realiza una conmutación desde el canal dedicado al canal de acceso aleatorio cuando la solicitud de ancho de banda cae por debajo de un segundo umbral.

El documento WO-A-00/51245, citado bajo el artículo 54(3) CEP, describe diversas maneras de seleccionar canal entre un canal de acceso aleatorio y un canal dedicado. Se proporcionan uno o más parámetros de selección de canal, que se usan en el proceso de selección de canal. Se define un valor umbral para cada parámetro de selección de canal, y la selección de canal incluye la comparación de un valor actual del parámetro de selección de canal con su valor umbral respectivo. Los valores umbral pueden ser valores fijos o bien pueden establecerse de manera dinámica.

La presente invención está dirigida al problema de proporcionar métodos y medios mejorados para determinar si se debe realizar una conmutación de canal en un sistema de comunicación que emplea al menos dos tipos distintos de canales de comunicación para soportar las conexiones de sus usuarios.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el problema anteriormente mencionado se soluciona gracias a un método según la reivindicación 1.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el problema anteriormente mencionado se soluciona gracias a un nodo de control de la red de radio según la reivindicación 19.

La figura 1 es un gráfico que ilustra el caudal total del sistema celular en megabytes como función del número de conexiones de usuarios soportadas actualmente por un canal común. El tráfico simulado está "pro-dedicado", es decir, los paquetes mayores se transmiten y, por lo tanto, los usuarios reciben mejor servicio en un canal dedicado. Se muestran tres líneas distintas: una línea continua que corresponde a un umbral de cero bytes de cantidad del búfer de transmisión de conexión de usuario de conmutación del tipo de canal, una línea de rayas que corresponde a un umbral de 2.000 bytes y una línea de puntos y rayas que corresponde a un umbral de 3.500 bytes. Puesto que se simula el tráfico pro-dedicado, el mejor caudal se consigue cuando una conexión de usuario se conmuta lo más rápido posible a un canal dedicado, es decir, un umbral de cero bytes. Pero ésta no es siempre la mejor estrategia. Si un usuario ha de transmitir una cantidad menor de datos, los recursos de radio se malgastarán si la conexión de usuario se conmuta inmediatamente a un canal dedicado. Por otro lado, si el umbral es demasiado elevado (por ejemplo 3.500 bytes), el caudal del sistema es relativamente bajo porque no se conmuta tráfico o se conmuta muy poco desde el canal común a los canales dedicados. Hay demasiado tráfico en el canal común.

Un mejor caudal con un uso razonablemente eficiente y efectivo de los recursos de radio se consigue con el umbral inferior de conmutación de canal de 2.000 bytes. En este umbral, el caudal es casi tan bueno como un umbral ideal de conmutación del tipo de canal de cero bytes, en el que virtualmente todo el tráfico se envía en un canal dedicado y ninguno por el canal común. De este modo, un umbral de compromiso es un mejor valor para determinar qué conexiones de usuario puede soportar adecuadamente un canal común y cuáles soportaría mejor un canal dedicado.

La figura 2 es un gráfico de la carga del canal común con cincuenta usuarios en el canal común y con un umbral de conmutación del tipo de canal de 3.500 bytes. De los cincuenta usuarios, más de cuarenta intentan transmitir en un canal común la mayor parte del tiempo, lo que supone un caudal medio de solamente 0,4 kbit/s. El caudal tan reducido se deriva de la congestión del canal común.

La presente invención soluciona los problemas identificados anteriormente tomando en consideración la carga o caudal actual del canal común cuando se toma la decisión de conmutar una conexión de usuario desde un canal de menor capacidad o calidad, tal como un tipo de canal común, a un canal de mayor capacidad o calidad, tal como un tipo de canal dedicado. En un momento determinado, un canal de menor capacidad o calidad soporta una conexión de usuario. A continuación, se detecta una carga o caudal actual en el canal común. En base a la carga o caudal detectado, se proporciona un umbral de cantidad de datos. Diferentes cargas se asocian a diferentes umbrales. Se detecta una cantidad actual de datos que se han de transmitir a través de la conexión de usuario. Se determina si se debe conmutar la conexión de usuario desde un canal común a un canal de mayor capacidad o calidad en base a (1) la cantidad de datos detectada que se ha de transmitir a través de la conexión de usuario y (2) el umbral de cantidad de datos proporcionado.

La conexión de usuario se conmuta al canal de mayor capacidad o calidad cuando la cantidad de datos detectada que se ha de transmitir es mayor que el umbral de cantidad de datos. En caso contrario, la conexión de usuario se mantiene en el primer tipo de canal.

La carga o caudal en el canal común se puede establecer en base al número de conexiones de usuario actualmente soportadas en el canal común y a la tasa o capacidad de datos del canal común. La cantidad de datos que se ha de transmitir para una conexión de usuario se puede determinar contando el número de paquetes de datos o bytes actualmente almacenados en un búfer de transmisión asociado a una conexión de usuario. La determinación del umbral de cantidad de datos puede tomar también en consideración el uso eficiente del primer tipo de canal y la ineficiencia creada realizando la conmutación del tipo de canal. En un ejemplo de realización no limitativo, la presente invención se pone en práctica en un nodo de control de red de radio.

Se puede establecer una relación entre la carga o caudal actual en el canal común y un umbral de cantidad correspondiente en el que, a medida que la carga actual aumenta, se reduce el umbral de conmutación de canal. En un ejemplo de realización, esta relación puede ser una relación simple de tipo lineal. De manera alternativa, la relación establece una "correlación" particular entre la pluralidad de valores de carga del canal y la pluralidad de valores umbral de cantidad de datos. En otro ejemplo de realización, la relación establece el valor umbral de cantidad de datos en base al tiempo estimado para vaciar la cantidad de datos ubicada actualmente en el búfer de transmisión de la conexión de usuario en el canal común a diferentes cargas o caudales del canal común. Se puede utilizar un tiempo máximo de retraso u otro parámetro de Calidad de Servicio (QoS) asociado a una conexión de usuario para ajustar el umbral de cantidad de datos para esa conexión de usuario. Para un tiempo máximo de retraso, se ajusta el umbral de búfer establecido asociado a ese tiempo para la decisión de conmutación de canal para la conexión de usuario.

Gracias a la presente invención, se pueden tomar mejores decisiones de conmutación del tipo de canal en base a la capacidad actual del sistema para soportar con eficiencia tal decisión de conmutación de canal. En el ejemplo de realización, tomando en cuenta la carga o caudal actual en el canal común, se evitan las conmutaciones del tipo de canal innecesarias o no óptimas a un canal dedicado o a otro canal de alta capacidad o calidad. Si la carga o caudal actual en el canal común satisface las necesidades de la conexión de usuario, la conexión de usuario puede permanecer en el canal común para permitir un uso más eficiente de los recursos de radio de canales dedicados.

Breve descripción de los dibujos

Los objetos, características y ventajas de la invención anteriormente mencionados, y otros, se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción de los ejemplos de realización preferidos, y se ilustran en los dibujos adjuntos, en los que las referencias alfanuméricas se refieren siempre a las mismas partes. Aunque se muestran los bloques y componentes funcionales individuales en muchas de las figuras, los expertos en la materia observarán que estas funciones se pueden realizar mediante circuitos individuales de hardware, mediante un microprocesador digital programado adecuadamente, mediante un circuito integrado específico para la aplicación (ASIC) y/o mediante uno o más procesos de señalización digital (DSPs).

La figura 1 es un gráfico que ilustra el caudal del sistema en relación con el número de usuarios en un escenario simulado de conmutación de canal;

la figura 2 es un gráfico que ilustra el número de usuarios que transmiten activamente en un canal común en relación con el tiempo en el escenario simulado de la figura 1;

la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método de conmutación del tipo de canal de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;

la figura 4 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra un sistema de comunicación móvil por radio en el que se puede emplear de manera ventajosa la presente invención;

la figura 5 es un diagrama de bloques funcionales de un controlador de red de radio y una estación base ilustrada en la figura 4;

la figura 6 es un diagrama de bloques funcionales de la estación móvil;

la figura 7 es un diagrama que ilustra las capas del protocolo de transmisión que se pueden utilizar en el sistema de comunicación móvil por radio ilustrado en la figura 4;

la figura 8 es un ejemplo de realización de un método de conmutación del tipo de canal de radio que se puede utilizar en el sistema de comunicación móvil por radio ilustrado en la figura 4;

la figura 9 es otro ejemplo de realización de un método de conmutación del tipo de canal de radio que se puede utilizar en el sistema de comunicación móvil por radio ilustrado en la figura 4;

la figura 10 es un diagrama que ilustra la correlación de varios umbrales de búfer de transmisión con sus correspondientes umbrales de carga de canal común;

la figura 11 es un gráfico que ilustra el caudal del sistema conseguido en un escenario simulado de conmutación de canal con diferentes estrategias de conmutación del tipo de canal en relación con el número de usuarios de un canal común;

la figura 12 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra un ejemplo de puesta en práctica de la invención en un controlador de red de radio, y

la figura 13 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra un ejemplo de puesta en práctica simplificada de una estación móvil que se puede utilizar en conexión con el controlador de red de radio ilustrado en la figura 12.

Descripción detallada de los dibujos

En la siguiente descripción, para fines explicativos y no limitativos, se presentan detalles específicos tales como ejemplos de realización particulares, arquitecturas de red, flujos de señalización, protocolos, técnicas, etc., a fin de proporcionar una explicación de la presente invención. Sin embargo, los expertos en la materia observarán que la presente invención se puede aplicar a otras realizaciones distintas a estos detalles específicos. Por ejemplo, aunque la presente invención se describe en el ejemplo no limitativo del contexto de determinar si se debe conmutar una conexión de usuario desde un canal de radio común a uno dedicado en un sistema de comunicación móvil por radio para fines ilustrativos, los expertos en la materia entenderán que la presente invención se puede aplicar a cualquier tipo de decisión de conmutación del tipo de canal en cualquier sistema de comunicación, por ejemplo desde un canal de baja capacidad o calidad a un canal de alta capacidad o calidad. Por otro lado, se omiten las descripciones detalladas de métodos, interfaces, dispositivos, protocolos y técnicas de señalización ya conocidos, para no oscurecer la descripción de la presente invención con detalles innecesarios.

Se proporciona a continuación un ejemplo de realización general de la presente invención haciendo referencia al método de conmutación del tipo de canal ilustrado en formato de diagrama de flujo en la figura 3. El método se puede poner en práctica en cualquier tipo de sistema de comunicación (incluyendo tanto los sistemas con cable como los inalámbricos), en el que una conexión de usuario se puede conmutar desde un tipo de canal a otro tipo de canal distinto. De nuevo, aunque los canales comunes y dedicados son un ejemplo de tipos de canales distintos utilizados en las siguientes ilustraciones, la conmutación de canal puede producirse entre dos canales comunes distintos (cargados a diferentes grados), dos canales dedicados distintos (diferentes capacidades) y otros tipos de canal discernibles.

Una entidad de asignación de canal de comunicación proporciona un primer tipo, por ejemplo un tipo común, de canal de comunicación para soportar una conexión de usuario (bloque 1). Se determina una carga o caudal actual u otro parámetro similar en ese canal (bloque 2). A continuación, se obtiene un umbral de cantidad de datos utilizando la carga, caudal u otro parámetro utilizado (bloque 3). Se compara la cantidad actual de datos que se han de transmitir para una conexión de usuario con el umbral de cantidad obtenido (bloque 4). Se determina si se debe conmutar la conexión de usuario a un segundo tipo de canal, por ejemplo de tipo dedicado, en base a los resultados de la comparación (bloque 5). Esta decisión impide, o al menos reduce, la conmutación no deseada de la conexión de usuario que no mejoraría el estado de la comunicación actual.

Más en particular, la conexión de usuario no se conmuta a un canal común si la carga o caudal actual en el canal común no puede manejar de manera satisfactoria la cantidad actual de datos lista para ser transmitida para la conexión de usuario. De este modo, aunque puede haber una pequeña cantidad de datos lista para su transmisión, solamente se efectúa la conmutación del tipo de canal si la carga actual del canal común es lo suficientemente baja o el caudal del canal común es lo suficientemente alto como para asegurar que esta cantidad de datos se puede transmitir satisfactoriamente en un período de tiempo deseado o con una calidad de servicio deseada.

El uso de un umbral dinámico cuyo valor depende de la carga actual en un canal común significa que se optimiza el caudal general del sistema en todos los canales. Un canal común soporta con eficiencia un tráfico de bajo volumen sin los elevados costes de los recursos de canal dedicado no utilizados ni de la instalación de los canales. Un estado de tráfico más denso en el canal común reduce el valor umbral de tal modo que el tráfico se conmuta con mayor facilidad a un canal dedicado para mantener un buen caudal general. Al mantener un buen caudal en la red de radio, se evitan otros efectos secundarios o reacciones adversos en las redes externas, por ejemplo medidas de reducción de la tasa de TCP.

A continuación se describe una aplicación ventajosa de la presente invención en el ejemplo no limitativo del contexto del sistema de telecomunicaciones móviles ilustrado en la figura 4. Una red central externa representativa conmutada por circuito, ilustrada como la nube 12, puede ser, por ejemplo, la red telefónica conmutada (RTC) y/o la red digital de servicios integrados (RDSI). Otra red central externa conmutada por circuito puede corresponder a otra Red de Telefonía Móvil Terrestre (PLMN) 13. Una red central externa representativa conmutada por paquetes, ilustrada como la nube 14, puede ser, por ejemplo, una red IP tal como Internet. Las redes centrales se acoplan a sus correspondientes nodos 16 de servicio de red. La red RTC/RDSI 12 y la otra red PLMN 13 se conectan a un nodo central conmutado por circuito (CSCN), tal como un Centro Móvil de Conmutación (MSC), que proporciona servicios conmutados por circuito. En un modelo de red celular existente, en este caso el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM), el MSC 18 se conecta a través de una interfaz A a un subsistema de estación base (BSS) 22, el cual se conecta a su vez a una estación base de radio 23 a través de una interfaz A'. La red 14 conmutada por paquetes se conecta a un nodo central conmutado por paquetes (PSCN), por ejemplo un nodo 20 de Servicio

ES 2 291 224 T3

General de Radio por Paquetes (GPRS) confeccionado para proporcionar servicios del tipo conmutado por paquetes en el contexto del GSM, que se suele designar como el Nodo de Soporte GPRS Servidor (SGSN). Cada uno de los nodos 18 y 20 de servicio de red central se conecta asimismo a una red de acceso por radio terrestre UTRAN (UTRAN) 24 a través de una interfaz de red de acceso por radio. La UTRAN 24 incluye uno o más sistemas de red de radio (RNS) 25, cada uno de ellos con un controlador de red de radio (RNC) 26 acoplado a una pluralidad de estaciones base (BS) 28 y a los RNCs de la UTRAN 24.

El acceso de radio del sistema GSM emplea principios TDMA bien establecidos. Preferiblemente, el acceso de radio a través de la interfaz de radio en el sistema UMTS se basa en el Acceso Múltiple por División de Código en banda ancha (WCDMA) con canales de radio individuales asignados utilizando códigos CDMA de canalización o difusión. Naturalmente, se pueden emplear otros métodos de acceso. El WCDMA proporciona un gran ancho de banda para servicios multimedia y otras altas demandas de tasas de transmisión, así como características robustas como la transferencia de diversidad y los receptores RAKE, para garantizar un servicio de comunicación de alta calidad en un entorno en constante cambio. A cada estación móvil se le asigna un código cifrado propio para que una estación base 28 identifique las transmisiones procedentes de esa estación móvil particular. La estación móvil también utiliza su propio código cifrado para identificar transmisiones procedentes de la estación base, ya sea en una emisión general o canal común o bien transmisiones planeadas específicamente para esa estación móvil. Ese código cifrado distingue la señal cifrada de todas las demás transmisiones y del ruido presente en la misma zona.

Se muestran diferentes tipos de canales de control que se comunican con la interfaz de radio. Por ejemplo, en la dirección hacia delante o enlace abajo, hay varios tipos de canales de emisión que incluyen un canal de difusión general (BCH), un canal de búsqueda (PCH) y un canal de acceso de subida (FACH), para proporcionar diversos tipos de mensajes de control para estaciones móviles. En la dirección hacia atrás o enlace arriba, las estaciones utilizan un canal de acceso aleatorio (RACH) siempre que se desea que el acceso realice un registro de localización, origen de llamada, respuesta de página y otros tipos de operaciones de acceso.

En la figura 5 se ilustran unos diagramas de bloques funcionales simplificados del controlador 26 de red de radio y de la estación base 28. El controlador 26 de red de radio incluye una memoria 50 acoplada a unos circuitos 52 de procesamiento de datos que realizan numerosas operaciones de procesamiento de datos y de radio necesarias para realizar su función de control y llevar a cabo las comunicaciones entre el RNC y otras entidades tales como los nodos de servicio de red central, otros RNCs y las estaciones base. Los circuitos 52 de procesamiento de datos pueden incluir cualquier ordenador, microprocesador, microcontrolador, circuito lógico dedicado, DSP, ASIC, etc. de propósito general debidamente programado o configurado, o bien una combinación de varios de estos elementos, tal como se describe anteriormente. La estación base 28 incluye una unidad 54 de procesamiento y control de datos que, además de realizar operaciones de procesamiento relacionadas con las comunicaciones con el RNC 26, realiza un número de operaciones de medición y control asociadas al equipo de radio de la estación base, incluyendo los transceptores 56 conectados a una o más antenas 58.

En la figura 6 se muestra un diagrama de bloques funcionales simplificado. La estación móvil 30 incluye una antena 74 para transmitir señales a una estación base 28 y para recibir señales de dicha estación base. La antena 74 está acoplada a un circuito de transmisión de radio que incluye un modulador 70 acoplado a un transmisor 72 y a un demodulador 76 acoplado a un receptor 80. Las señales de radio transmitidas incluyen información de señalización de acuerdo con un estándar de la interfaz aérea aplicable al sistema CDMA en banda ancha ilustrado en la figura 4. La unidad 60 de procesamiento y control de datos y la memoria 62 incluyen los circuitos necesarios para poner en práctica las funciones de audio, lógica y control de la estación móvil. La memoria 62 almacena tanto programas como datos. Un altavoz o unos auriculares 82, un micrófono 84, un teclado 66 y una pantalla 64 convencionales se acoplan a la unidad 60 de procesamiento y control de datos para conformar la interfaz de usuario. Una batería 68 alimenta los diversos circuitos necesarios para hacer funcionar la estación móvil.

La interfaz de radio ilustrada en la figura 4 se divide en diversas capas de protocolo con diversas capas de nivel inferior ilustradas en la figura 7. En particular, una estación móvil utiliza estas capas de protocolo para comunicarse con capas de protocolo similares en la UTRAN. Ambos grupos de protocolo incluyen: una capa física, una capa de enlace de datos, una capa de red y capas superiores. La capa de enlace de datos está dividida en dos subcapas: una capa de control del enlace de radio (RLC) y una capa de control de acceso al medio (MAC). La capa de red se divide en este ejemplo en un protocolo del plano de control (RRC) y un protocolo del plano de usuario (IP).

La capa física que proporciona servicios de transferencia de información a través de la interfaz aérea utilizando CDMA en banda ancha desempeña las siguientes funciones: codificación y decodificación de corrección de errores de envío, distribución/combinación de macrodiversidad, ejecución de transferencia suave, detección de errores, multiplexión y demultiplexión de canales de transporte, correlación de canales de transporte con canales físicos, sincronización en tiempo y frecuencia, control de la potencia, procesamiento RF y otras funciones.

La capa de control de acceso al medio (MAC) proporciona una transferencia no reconocida de unidades de datos de servicio (SDUs) entre entidades MAC parejas. Las funciones MAC incluyen la selección de un formato de transporte apropiado para cada canal de transporte en función de la tasa de datos, el manejo prioritario entre flujos de datos de un usuario y entre flujos de datos de diferentes usuarios, la programación de mensajes de control, la multiplexión y demultiplexión de PDUs de capa más alta y otras funciones. El RLC realiza diversas funciones, incluyendo el establecimiento, lanzamiento y mantenimiento de una conexión RLC, la segmentación y nuevo ensamblaje de PDUs

de capa más alta y longitud variable a partir de PDUs de RLC menor o desde los mismos, la concatenación, la corrección de errores por retransmisión (ARQ), la entrega secuencial de PDUs de capa más alta, la detección de duplicados, el control de flujo y otras funciones. Los búfers de transmisión asignados a las conexiones de usuarios móviles se controlan en la capa RLC.

La parte de plano de control de la capa de red de la UTRAN consta de un protocolo de control de recursos de radio (RRC). El protocolo RRC asigna recursos de radio y maneja la señalización de control a través de la interfaz de radio, por ejemplo la señalización de control del portador del acceso de radio, la comunicación de mediciones y la señalización de transferencias. La parte de plano de usuario de la capa de red incluye las funciones tradicionales realizadas por los protocolos de la capa 3, tales como el bien conocido Protocolo de Internet (IP).

A continuación se hace referencia al método de conmutación de canal de radio desde un canal común (CC) a un canal dedicado (DC) (bloque 100), ilustrado en la figura 8 de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención. De nuevo, este ejemplo de realización de la presente invención se describe en el contexto no limitativo de la conmutación desde un tipo de canal de radio común a un tipo de canal de radio dedicado, tal como se puede encontrar de vez en cuando, por ejemplo, en el sistema de comunicaciones móviles CDMA en banda ancha. En este ejemplo de realización, la invención puede ponerse en práctica ventajosamente en las capas de protocolo RLC y MAC descritas anteriormente.

Al principio, se establece una relación entre un umbral de búfer de transferencia de una conexión de usuario y una carga, caudal u otro parámetro del canal común. A partir de aquí se utilizan una carga o caudal del canal en aras de la simplicidad de explicación. Por ejemplo, la correlación puede estar basada en una relación lineal inversa, de tal modo que, a medida que la carga del canal común aumenta, se reduce el umbral de cantidad. De manera alternativa, la correlación puede estar basada en una relación proporcional entre el caudal y el umbral, de tal modo que, a medida que el caudal aumenta, se eleva también el umbral. Un mayor caudal en el canal común significa que el canal común puede manejar tráfico adicional, con lo que la necesidad de conmutar la conexión de usuario a un canal dedicado si aumenta el tráfico en esa conexión es menor. En consecuencia, se proporciona un umbral de conmutación más elevado. En otro ejemplo de realización adicional, la relación se podría basar en una correlación uno a uno de la pluralidad de valores del umbral de búfer de transmisión y la pluralidad de valores de carga o caudal del canal común correspondientes. A este respecto, se hace referencia a la figura 10, que ilustra una correlación de este tipo, de tres umbrales de búfer de transmisión A, B y C a tres cargas de canal común 1-3.

Volviendo a la figura 8, la relación establecida entre el umbral de búfer de transmisión y la carga o caudal del canal común se almacena preferiblemente, por ejemplo en una tabla relacional, en un nodo de control de red de radio tal como el RNC (bloque 104). La negociación del canal y la conexión de usuario ajustada entre la red de radio y la estación móvil dan como resultado un canal común proporcionado en algún momento para soportar la conexión de usuario (bloque 106). Se mide la carga (o caudal) actual en el canal común (bloque 108). La carga actual en el canal común se puede determinar a partir del número actual de usuarios activos que transmiten actualmente en el canal común dividido por la capacidad o tasa de datos del canal común. De manera alternativa, el caudal del canal común se puede determinar a partir de la capacidad del canal común, dividida por el número actual de usuarios activos. Se pueden utilizar otros parámetros para evaluar el caudal o la carga. Volviendo al diagrama de flujo, se determina un umbral de búfer de transmisión correspondiente utilizando la carga actual del canal común medida y la relación establecida (bloque 110). Por ejemplo, la carga o caudal actual del canal común se puede utilizar como dato de partida para extraer un umbral de búfer de transmisión correspondiente de una tabla relacional. De manera alternativa, se podría utilizar una ecuación matemática u otra relación para calcular el umbral utilizando la carga (o caudal) actual como dato de partida.

La cantidad actual de datos asociada a la conexión de usuario que se ha de transmitir se determina, por ejemplo, contando el número de paquetes almacenados en un búfer de transmisión asociado a esa conexión de usuario (bloque 112). La cantidad de datos determinada en el búfer de transmisión se compara con el umbral del búfer de transmisión (bloque 114). La conexión de usuario se conmuta a un canal dedicado si la cantidad del búfer es mayor que el umbral del búfer (bloque 116). Aunque no se muestra, se puede emplear un algoritmo similar para conmutar desde un canal dedicado a un canal común si la cantidad del búfer es menor que el umbral del búfer.

La figura 9 ilustra otro ejemplo de método de conmutación del tipo de canal de transporte por radio (bloque 150) de acuerdo con la presente invención. En este ejemplo de realización, se establece una relación entre un parámetro de calidad de servicio (QoS), la carga o caudal del canal común y un umbral de búfer de transmisión correspondiente (bloque 152). Esa relación establecida se almacena en un nodo de control de red de radio tal como el RNC (bloque 154). Como antes, la negociación del canal y la conexión de usuario ajustada dan como resultado un canal de radio de tipo común proporcionado en algún momento para soportar una conexión de usuario (bloque 156). Se mide la carga o caudal actual en el canal común (bloque 158). Se determina dicha cantidad de datos en el búfer de transmisión asociada a la conexión de usuario (bloque 160). Se compara la cantidad actual de datos en el búfer de transmisión con un umbral de búfer que se corresponde con uno o más parámetros de calidad de servicio asociados a la conexión de usuario y con una carga del canal de control actualmente detectada (bloque 162). La conexión de usuario se conmuta a un canal dedicado si la cantidad del búfer actual es mayor que el umbral del búfer (bloque 164). De manera análoga, se puede utilizar esta técnica para conmutar desde un canal de tipo dedicado a uno de tipo común.

Un ejemplo de parámetro de calidad de servicio asociado a una conexión de usuario es un tiempo de retraso máximo permitido antes de la transmisión del paquete. La relación establecida se puede describir de la siguiente forma:

ES 2 291 224 T3

$$T = (D * C) / N$$

5 en la que T es el umbral de cantidad de datos, D es el tiempo máximo permitido para almacenar un paquete de
datos antes de transmitirse, C es la capacidad del canal común y N es el número de usuarios activos que transmiten
actualmente en el canal común. Nótese que el umbral mengua tanto si aumenta el número de usuarios activos (N) (un
caudal menor o una carga mayor) como si se reduce el tiempo de retraso máximo permitido (D). El tiempo de retraso
máximo permitido es un parámetro de calidad de servicio que se puede especificar cuando se establece la conexión de
10 usuario o algo después. Tal como se observará, también se pueden tener en cuenta parámetros de calidad de servicio
diferentes o adicionales en la relación establecida con una carga o caudal del canal común y un umbral de búfer de
transmisión correspondiente.

La figura 11 es un gráfico que muestra las ventajas obtenidas por la presente invención en un escenario simulado
de conmutación de canal. Se dibuja el caudal del sistema (en megabytes) en relación con el número de usuarios que
15 se comunican activamente a través del canal común. Si la decisión de conmutación de canal se basa simplemente en
la cantidad de datos del búfer de transmisión, el caudal del sistema se reduce y se estabiliza a cinco megabytes en
aproximadamente treinta usuarios. Por el contrario, en veinte usuarios, donde el caudal del sistema para una decisión
de conmutación de canal basada en el contenido del búfer ya comienza a deteriorarse, el caudal del sistema conseguido
por una estrategia de conmutación de canal basada tanto en la carga o caudal del canal común como en el contenido del
20 búfer de transmisión continúa ascendiendo hasta cien usuarios. Por lo tanto, se consigue un caudal adicional del sistema
significativo utilizando la presente invención. Efectivamente, el caudal del sistema conseguido por la invención es entre
tres y seis veces mayor para entre treinta y cien usuarios en el canal de control, respectivamente, en comparación con
la técnica de emplear sólo la cantidad del búfer.

La figura 12 ilustra un ejemplo de realización de la presente invención puesta en práctica en un controlador de red
de radio (RNC). En este ejemplo, tres conexiones de ejemplo 1, 2 y 3 de datos de usuario se acoplan a unos búfers de
transmisión 1-3 correspondientes (300-304), por ejemplo búfers RLC. Se proporciona la cantidad de datos actualmente
almacenada en cada uno de los tres búfers de transmisión al controlador 314 de medición (MC). El controlador 314
de medición también recibe mediciones del caudal o carga del canal común e informes de medición de la cantidad
30 del búfer de la estación móvil. Cada búfer de transmisión se acopla a un correspondiente conmutador de tipo de canal
(CTS) 306, 308 y 310, respectivamente (por ejemplo, puesto en práctica en la capa MAC). Cada conmutador de tipo
de canal está controlado por un controlador 312 de conmutación del tipo de canal que recibe información de medición
por parte del controlador 314 de medición y, si así se desea, información adicional procedente del controlador 316 de
recursos de radio y del controlador 318 de calidad de servicio. El controlador 316 de recursos de radio proporciona
35 información al controlador 312 de conmutación del tipo de canal referente a la disponibilidad de los recursos de radio.
El controlador 318 de calidad de servicio proporciona uno o más parámetros de calidad de servicio tales como el
tiempo de retraso máximo permitido, la prioridad, etc. asociados a la conexión de usuario móvil. El controlador 314
de medición proporciona información de medición al controlador 312 de conmutación del tipo de canal, que realiza
comparaciones de umbral tal como se ha descrito anteriormente a fin de determinar cómo controlar las conmutaciones
40 del tipo de canal. Si una conmutación del tipo de canal está justificada, por ejemplo desde el canal común a un canal
dedicado para la conexión de usuario 1, los paquetes de datos del búfer de transmisión 300 se encaminan a través del
conmutador 306 de tipo de canal al canal dedicado. De este modo, en base a la cantidad de datos almacenada en cada
uno de los búfers de transmisión, el caudal o carga actual en el canal común y/u otros factores tales como la calidad
del servicio, los recursos de radio disponibles, etc., el controlador 312 de conmutación del tipo de canal encamina de
45 manera apropiada los datos de cada uno de los búfers de transmisión a través de su conmutador 306-310 de tipo de
canal respectivo al tipo seleccionado de canal de tráfico.

Un ejemplo de realización de la presente invención en una estación móvil (MS) se muestra en formato de bloque
funcional en la figura 13. Se reciben y almacenan los datos de usuario en un búfer de transmisión 200, por ejemplo
50 un búfer RLC. Se encaminan los paquetes del búfer de transmisión 200 a un conmutador 202 de tipo de canal (CTS)
(por ejemplo puesto en práctica en la capa MAC) hasta un canal de comunicación apropiado que incluye uno o más
canales comunes 212 o canales dedicados 214-218 (DC1-DC3). El conmutador 202 de tipo de canal está controlado
por una señal de control de conmutación de canal procedente del RNC. Se detecta una cantidad total de paquetes en el
búfer de transmisión 200 y se puede enviar una señal o alarma de medición al RNC periódicamente o después de un
55 evento específico. Esta puesta en práctica permite unos cambios mínimos en el terminal móvil.

Si bien la presente invención se ha descrito en términos de un ejemplo de realización particular, los expertos en la
materia reconocerán que la presente invención no está limitada a los ejemplos de realización específicos aquí descritos
e ilustrados. También se pueden utilizar diferentes formatos, realizaciones y adaptaciones aparte de las ya mostradas
60 y descritas, así como muchas modificaciones, variaciones y disposiciones equivalentes para poner en práctica la in-
vención. En consecuencia, se desea que la invención esté únicamente limitada por el alcance de las reivindicaciones
adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método de conmutación de canal en un sistema de comunicación móvil por radio con dos tipos distintos de canales de comunicación, incluyendo un primer tipo de canal y un segundo tipo de canal, en el que se proporciona el primer tipo de canal para soportar una conexión de usuario, estando dicho método **caracterizado** por las etapas siguientes:

detectar una carga o caudal actual en el primer tipo de canal;

proporcionar un umbral de cantidad de datos en base a la carga o caudal detectado;

detectar una cantidad de datos que se ha de transmitir a través de la conexión de usuario, y

determinar si se debe conmutar la conexión de usuario desde el primer tipo de canal al segundo tipo de canal en base a la cantidad de datos detectada que se ha de transmitir a través de la conexión de usuario y al umbral de cantidad de datos proporcionado.

2. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa siguiente:

conmutar la conexión de usuario al segundo tipo de canal cuando la cantidad de datos detectada que se ha de transmitir es mayor que el umbral de cantidad de datos.

3. Método según la reivindicación 2, que comprende además la etapa siguiente:

mantener la conexión de usuario en el primer tipo de canal si la cantidad de datos detectada que se ha de transmitir no es mayor que el umbral de cantidad de datos.

4. Método según la reivindicación 3, en el que el primer tipo de canal es un canal de radio común asignado para soportar una pluralidad de conexiones de usuario y el segundo tipo de canal es un canal de radio dedicado reservado temporalmente para una conexión de usuario.

5. Método según la reivindicación 3, en el que el primer tipo de canal es un canal de mayor capacidad o calidad que el segundo tipo de canal.

6. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa siguiente:

establecer una relación entre la carga o caudal actual en el primer canal y el umbral de cantidad de datos en la que, a medida que aumenta la carga actual o se reduce el caudal actual, mengua el umbral de cantidad de datos.

7. Método según la reivindicación 6, en el que la relación es una relación lineal.

8. Método según la reivindicación 6, en el que la relación establece una correlación entre la pluralidad de valores de carga de canal y la pluralidad de valores umbral de cantidad de datos.

9. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa siguiente:

establecer una relación entre la carga o caudal actual en el segundo canal y el umbral de cantidad de datos,

en el que la relación establece un tamaño del umbral de la cantidad de datos basado en un tiempo estimado para vaciar el búfer en el segundo tipo de canal a la carga o caudal actual.

10. Método según la reivindicación 1, en el que el umbral de cantidad de datos se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$T = (D * C) / N$$

en la que T es el umbral de cantidad de datos, D es el tiempo máximo permitido para almacenar un paquete de datos antes de transmitirse, C es la capacidad del primer tipo de canal y N es el número de usuarios actualmente activos en el primer tipo de canal.

11. Método según la reivindicación 10, en el que se define un tiempo de retraso máximo permitido para una conexión de usuario.

12. Método según la reivindicación 1, en el que dos tipos distintos de canales de comunicación incluyen un tipo de canal dedicado reservado temporalmente para un usuario móvil de radio y un tipo de canal común compartido por una pluralidad de usuarios móviles de radio, y en el que se almacenan los paquetes de datos que corresponden a una

ES 2 291 224 T3

conexión de usuario móvil en un búfer de transmisión antes de transmitirse a través de un canal asignado a la conexión de usuario móvil, estando el método **caracterizado** además por las etapas siguientes:

5 relacionar una pluralidad de valores de caudal o carga del canal común con una pluralidad de umbrales de búfer de transmisión correspondientes, y

utilizar los valores de caudal o carga del canal común y los umbrales del búfer de transmisión relacionados en decisiones de selección del tipo de canal para soportar la conexión de usuario móvil.

10 13. Método según la reivindicación 12, que comprende además las etapas siguientes:

detectar un caudal o carga actual en el canal común;

15 comparar el umbral del búfer de transmisión que se corresponde con la carga o caudal actual en el canal común con una cantidad actual de datos almacenada en el búfer de transmisión, y

seleccionar el canal común para la conexión de usuario móvil si la cantidad actual de datos almacenada en el búfer de transmisión no sobrepasa el umbral del búfer de transmisión comparado.

20 14. Método según la reivindicación 1, en el que dos tipos distintos de canales de comunicación incluyen un tipo de canal dedicado reservado temporalmente para un usuario móvil de radio y un tipo de canal común compartido por una pluralidad de usuarios móviles de radio, y en el que se almacenan los paquetes de datos que corresponden a una conexión de usuario móvil en un búfer de transmisión antes de transmitirse a través de un canal seleccionado, estando el método **caracterizado** además por las etapas siguientes:

25 relacionar una pluralidad de valores de caudal o carga del canal común con una pluralidad de valores de un parámetro de calidad de servicio, y

30 utilizar los valores de caudal o carga del canal común y los valores del parámetro de calidad de servicio relacionados en decisiones de selección del tipo de canal para soportar la conexión de usuario móvil.

15. Método según la reivindicación 14, que comprende además las etapas siguientes:

35 detectar un caudal o carga actual en el canal común;

comparar un valor del parámetro de calidad de servicio asociado a la conexión de usuario móvil de radio con el valor del parámetro de calidad de servicio correspondiente a la carga o caudal actual detectada en el canal común, y

40 seleccionar el canal común para soportar la conexión de usuario móvil desde el canal dedicado al canal común si el valor del parámetro de calidad de servicio asociado a la conexión de usuario móvil de radio se satisface con el valor del parámetro de calidad de servicio correspondiente a la carga o caudal actual detectada en el canal común.

16. Método según la reivindicación 14, que comprende además la etapa siguiente:

45 conmutar una conexión de usuario móvil de radio desde el canal común al canal dedicado si el valor del parámetro de calidad de servicio asociado a la conexión móvil por radio no se satisface con el valor del parámetro de calidad de servicio correspondiente a la carga o caudal actual detectada en el canal común.

50 17. Método según la reivindicación 14, que comprende además la etapa siguiente:

determinar el caudal o carga en el canal común en base al número de conexiones de usuario que se soportan actualmente en el canal común y a la tasa de datos del canal común.

55 18. Método según la reivindicación 15, en el que la etapa de selección incluye tener en cuenta uno o más parámetros adicionales.

60 19. Nodo de control de red de radio para un sistema de comunicación móvil que incluye una pluralidad de estaciones base (23, 28) acopladas a un controlador (22, 26) y que se comunica a través de una interfaz de radio con unas estaciones móviles (30), estando el nodo de control de red de radio **caracterizado** por:

una pluralidad de búfers (300, 302, 304), siendo cada búfer asignable para soportar una conexión de usuario móvil y teniendo un primer umbral;

65 unos circuitos (306, 308, 310) de conmutación del tipo de canal acoplados a los búfers, que conmutan de manera controlable una conexión de usuario desde un primer tipo de canal de radio a un segundo tipo de canal de radio;

un controlador (314) de medición que obtiene medidas de la cantidad actual de datos almacenada en cada búfer y de la carga o caudal actual en el primer tipo de canal de radio, y

ES 2 291 224 T3

un controlador (312) de conmutación del tipo de canal que controla los circuitos de conmutación del tipo de canal para dirigir los datos correspondientes a una de las conexiones de usuario móvil almacenadas en uno de los búfers desde un primer tipo de canal de radio que soporta actualmente esa conexión de usuario móvil al segundo tipo de canal de radio en base a las mediciones procedentes del controlador de medición referentes a la cantidad actual de datos almacenada en ese búfer y en base a la carga o caudal actual.

20. Nodo de control según la reivindicación 19, en el que el nodo de control corresponde a un controlador (22, 26) de red de radio acoplado a una pluralidad de estaciones base (23, 28).

21. Nodo de control según la reivindicación 19, en el que el primer tipo de canal de radio es o bien un canal de radio de tipo dedicado reservado temporalmente para un usuario móvil o bien un canal de radio común compartido por una pluralidad de usuarios móviles y el segundo tipo de canal de radio es el otro tipo de canal de radio, dedicado o común.

22. Nodo de control según la reivindicación 19, que comprende además:

un controlador (316) de recursos de radio acoplado al controlador de conmutación del tipo de canal,

en el que el controlador de conmutación del tipo de canal controla la conmutación del tipo de canal teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos de radio proporcionada por el controlador de recursos de radio.

23. Nodo de control según la reivindicación 19, que comprende además:

un controlador (318) de calidad de servicio que proporciona información sobre el parámetro de calidad de servicio al controlador de conmutación del tipo de canal,

en el que el controlador de conmutación del tipo de canal controla la conmutación del tipo de canal teniendo en cuenta el parámetro de calidad de servicio asociado a la conexión de usuario móvil proporcionado por el controlador de calidad de servicio.

24. Nodo de control según la reivindicación 19, en el que el primer umbral se determina de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$T = (D * C) / N$$

en la que T es el primer umbral, D es el tiempo máximo permitido para almacenar un paquete de datos antes de transmitirse, C es la capacidad del segundo tipo de canal y N es el número de usuarios actualmente activos en el segundo tipo de canal.

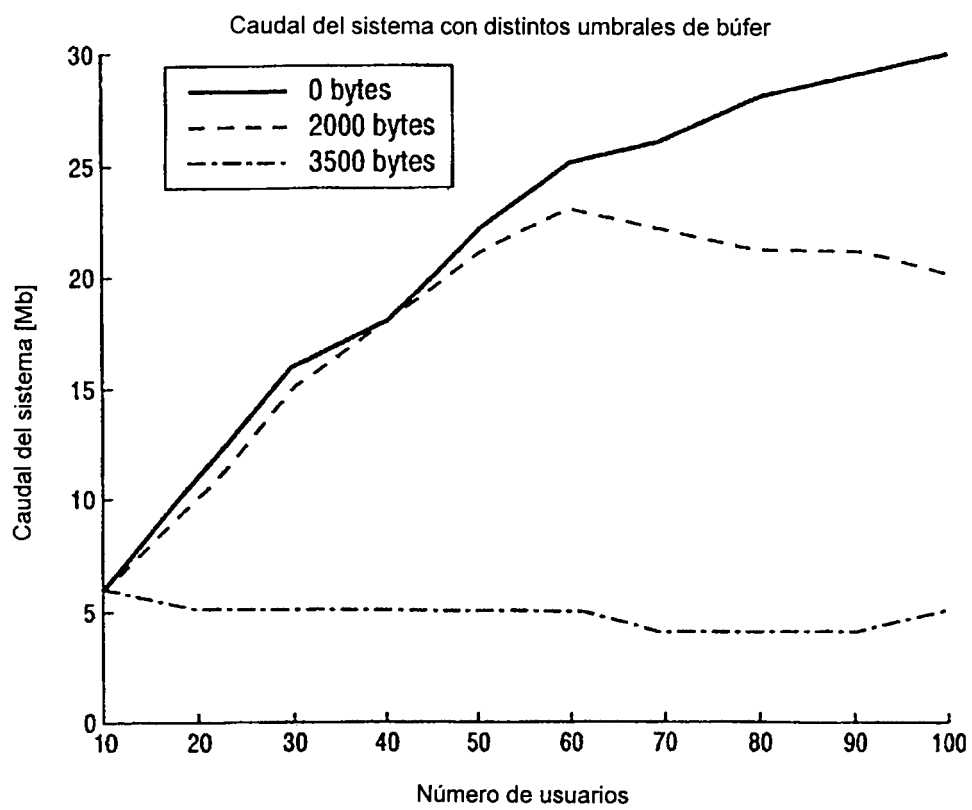


Fig. 1

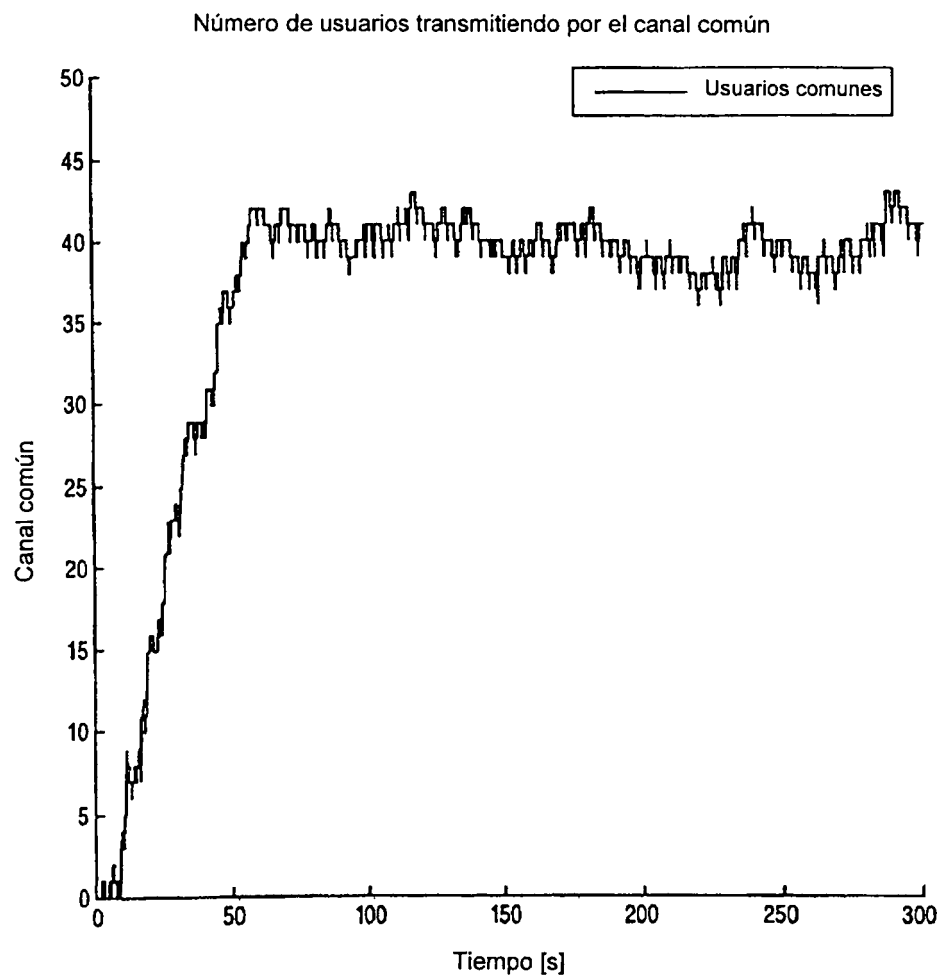


Fig. 2

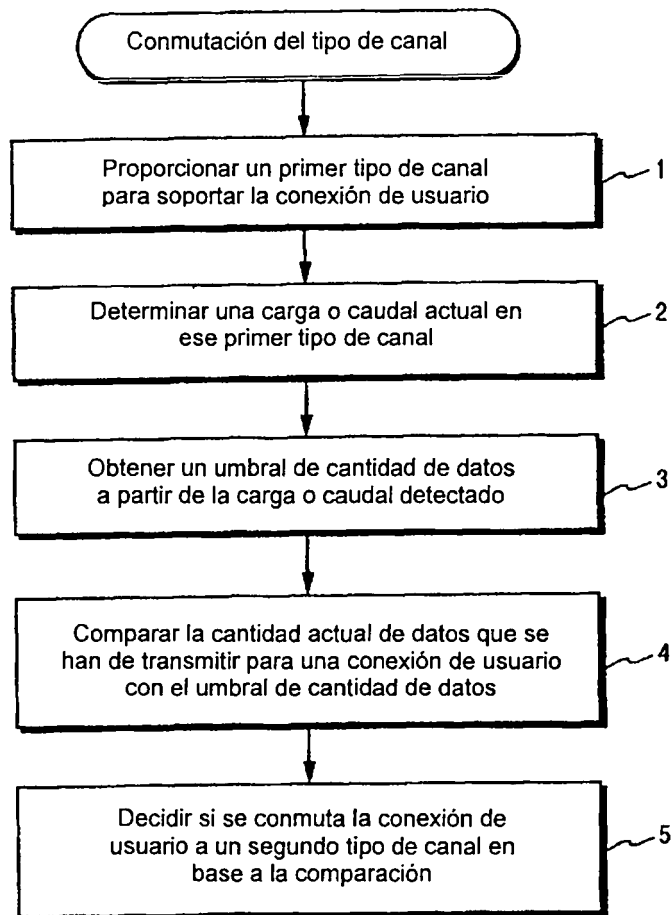


Fig. 3

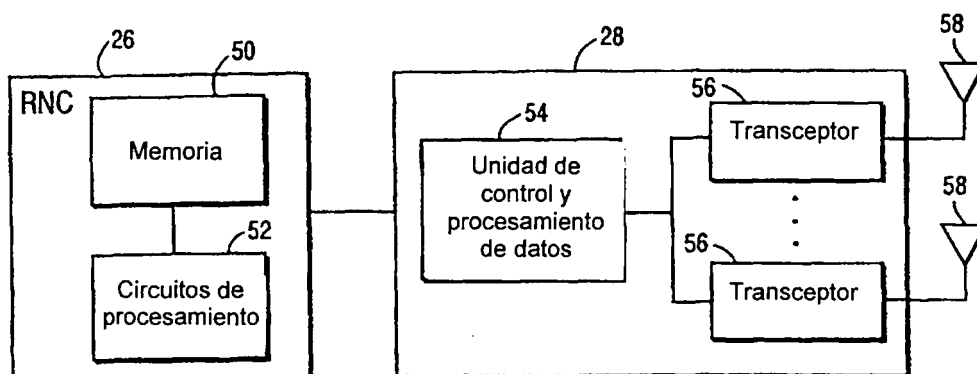
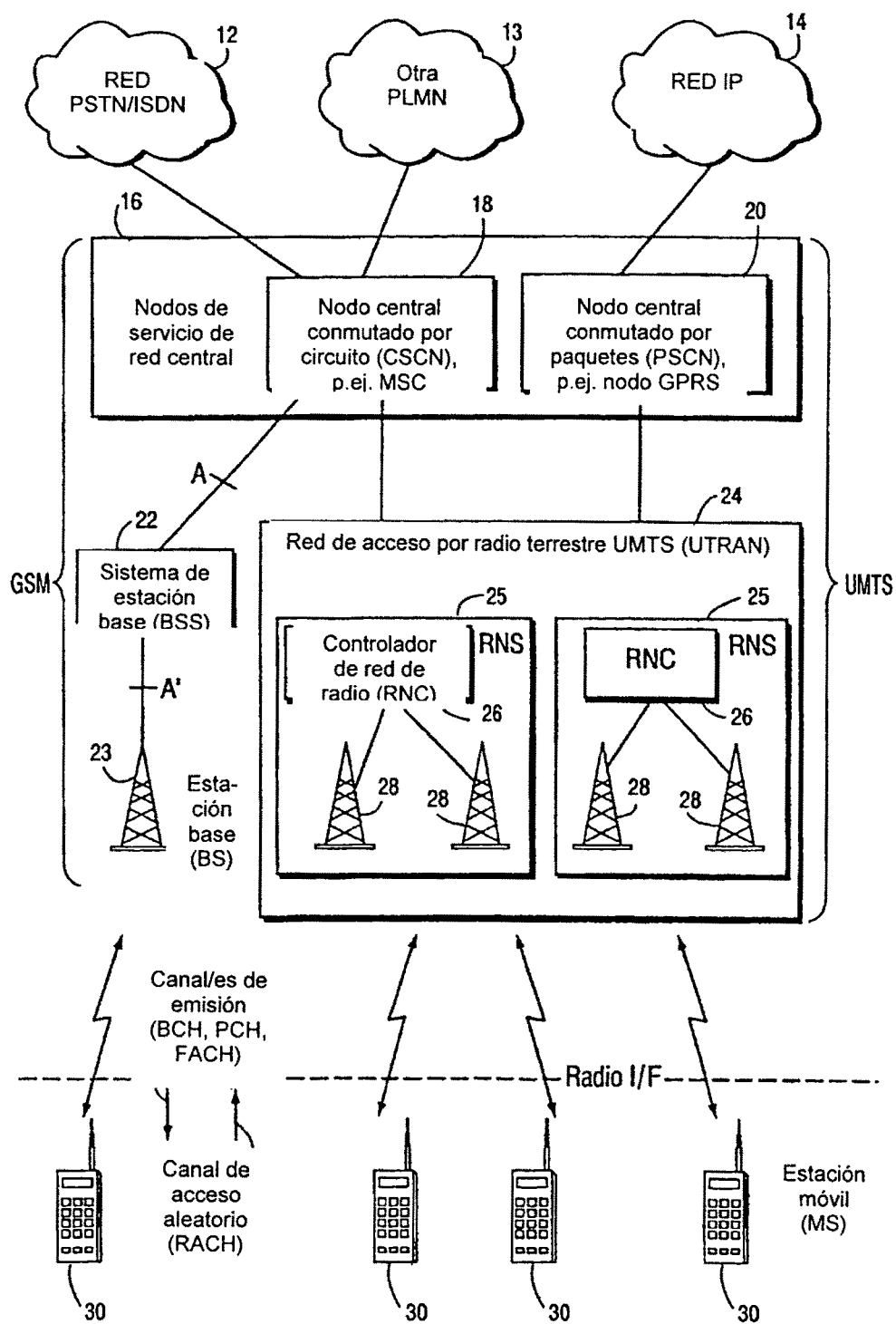


Fig. 5

Fig. 4



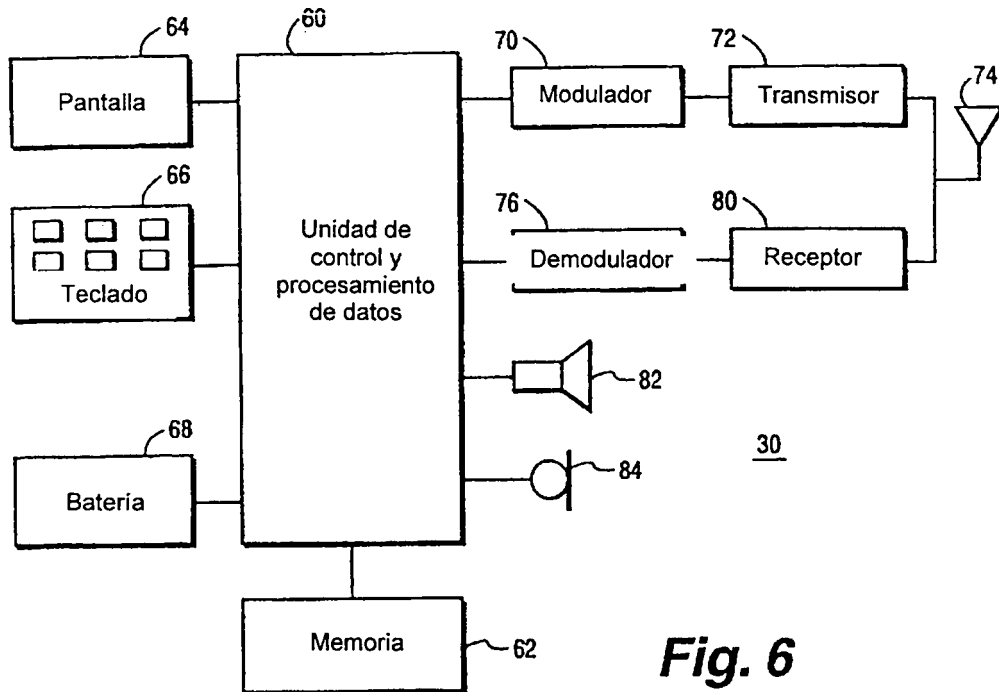


Fig. 6

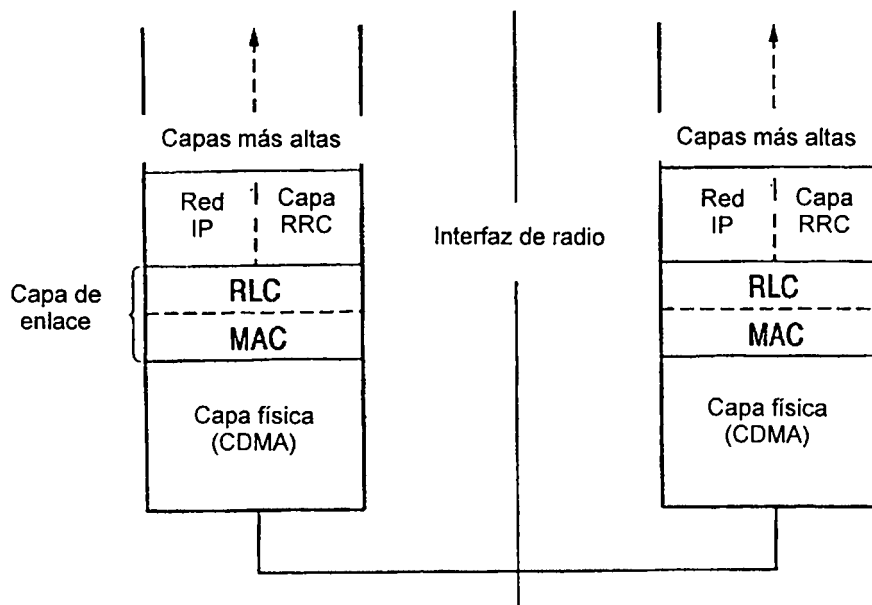


Fig. 7

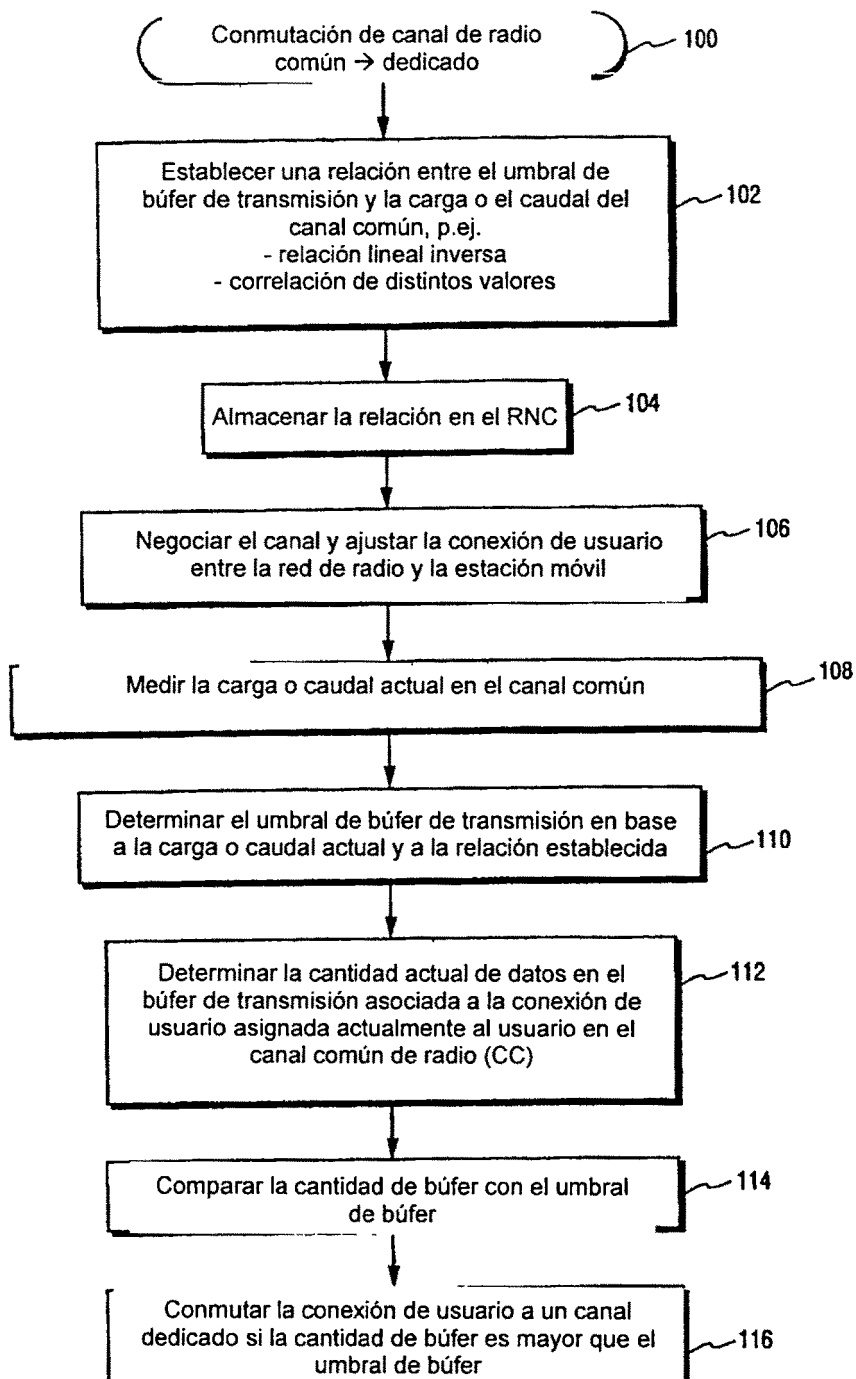


Fig. 8

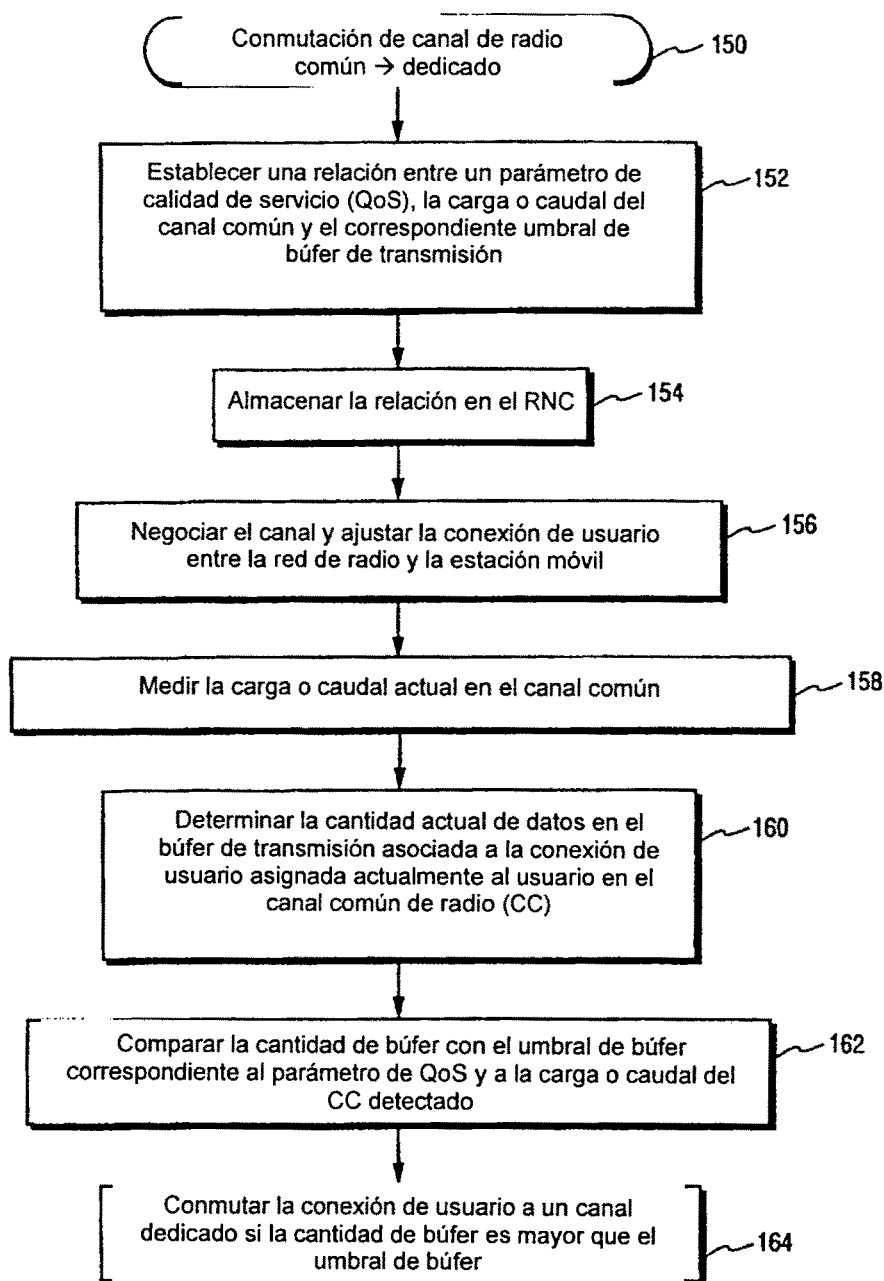


Fig. 9

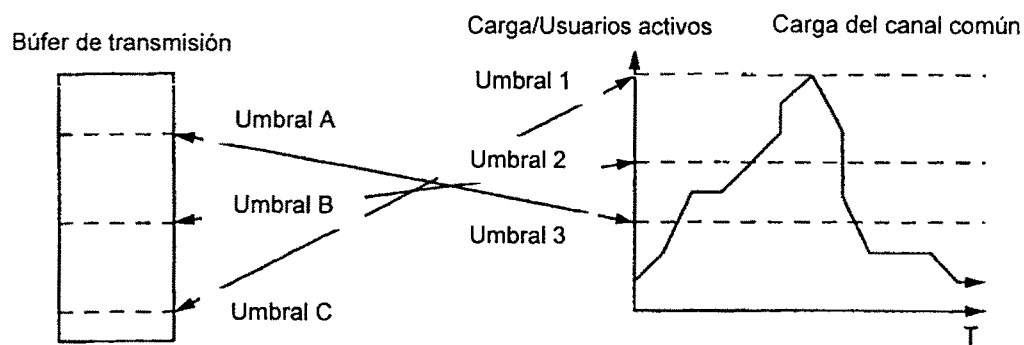


Fig. 10

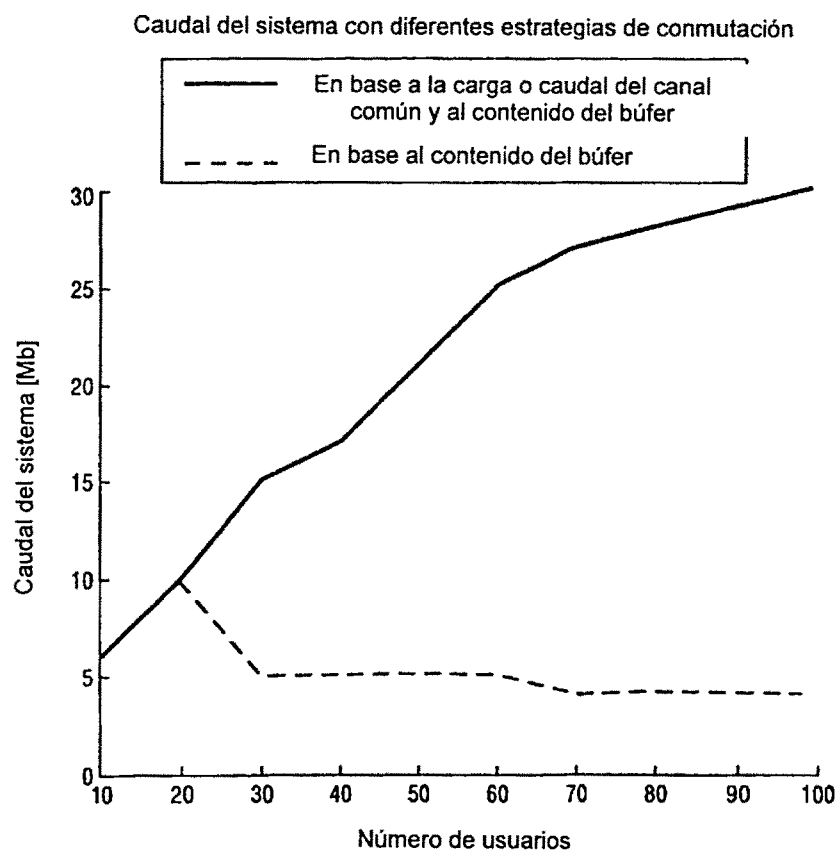


Fig. 11

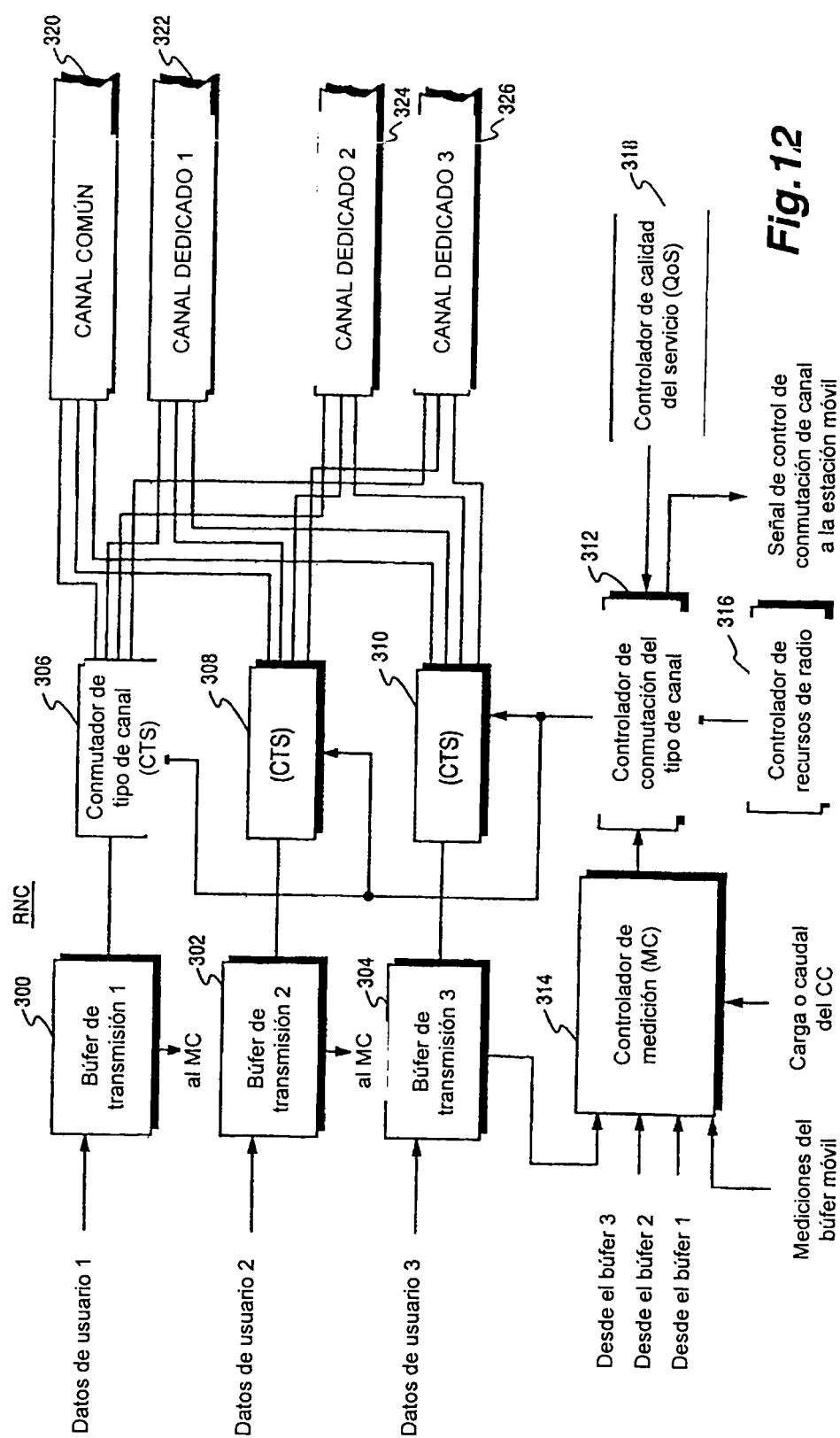


Fig. 12

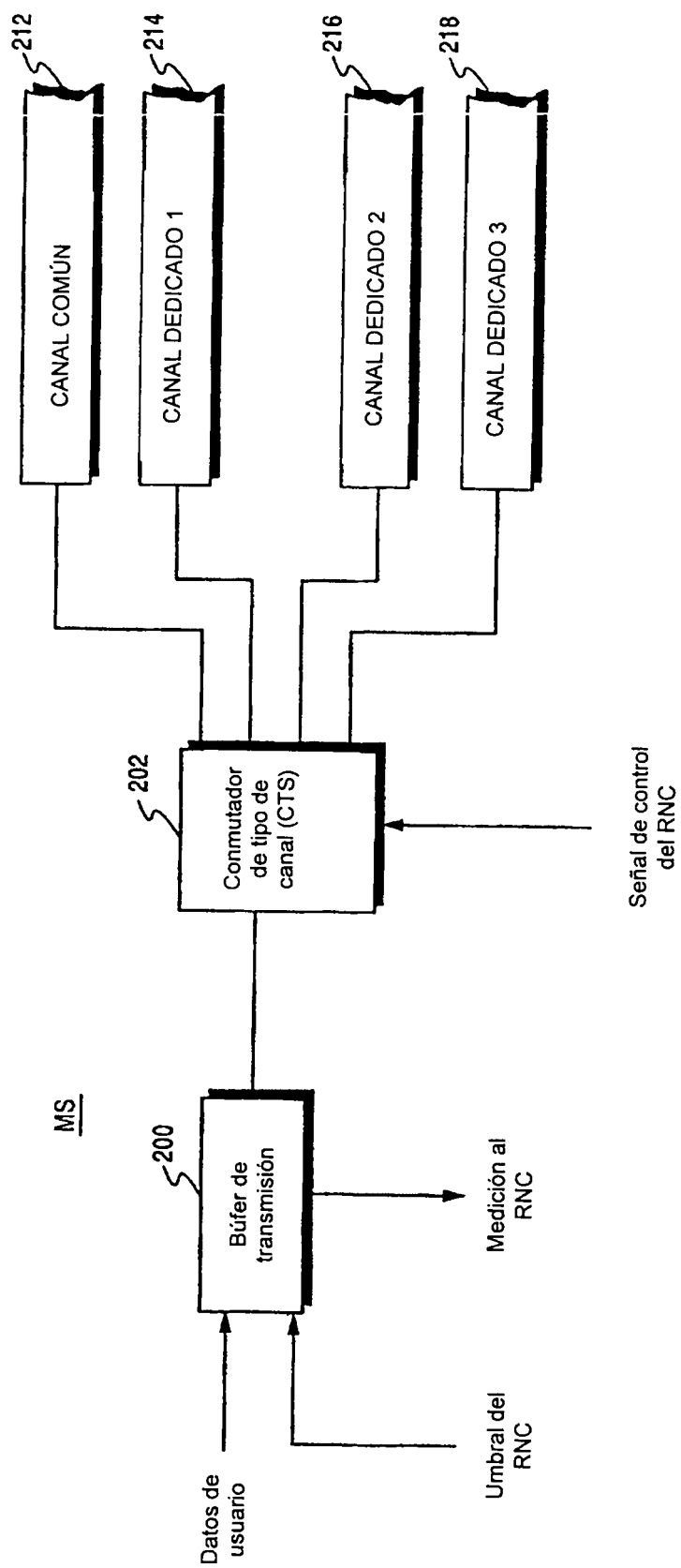


Fig.13