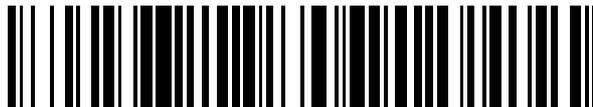


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 851**

51 Int. Cl.:
H04W 36/18 (2009.01)
H04L 12/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04724480 .1**
96 Fecha de presentación: **30.03.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1698198**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.09.2006**

54 Título: **DISPOSICIONES Y MÉTODO PARA GESTIONAR LA MACRODIVERSIDAD EN UN SISTEMA UNIVERSAL DE TELECOMUNICACIONES MÓVILES.**

30 Prioridad:
22.12.2003 SE 0303463

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.12.2011

73 Titular/es:
Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ)
126 25 Stockholm, SE

72 Inventor/es:
RUNE, Johan y
WESTBERG, Lars

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 369 851 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

Disposiciones y método para gestionar la macrodiversidad en un Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.

5 Campo de la invención
La presente invención se refiere a disposiciones y a un método en un sistema de telecomunicación de telefonía móvil de tercera generación y a variantes evolucionadas de los mismos. En particular, la invención se refiere a disposiciones y a un método para gestionar la macrodiversidad en una UMTS Radio Access Network (UTRAN – Red de Acceso por Radio de UMTS).

10 Antecedentes de la invención
Los sistemas de comunicación de telefonía móvil de Tercera Generación (3G – Tercera Generación) (por ejemplo el Universal Mobile Telecommunications System (UMTS – Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles) ofrecerán servicios de voz y datos de alta calidad para usuarios de telefonía móvil). Los sistemas proporcionarán también alta capacidad y cobertura universal. En algunas situaciones eso puede, no obstante, ser difícil de cumplir, debido a canales de radio no fiables. Una técnica prometedora para combatir problemas de fiabilidad de enlace sobre la interfaz de radio son las técnicas de macrodiversidad. La macrodiversidad debe verse también, no obstante, como una consecuencia inherente de utilizar un Code Division Multiple Access (CDMA – Acceso Múltiple por División de Código) como la técnica de acceso múltiple en una red de telefonía móvil. El CDMA es una tecnología de interferencia limitada. Esto es, es la interferencia en una celda la que establece el límite superior para la capacidad de la celda. Para mantener la interferencia lo más baja posible es esencial que la estación de base controle la potencial de salida de los transmisores de radio de los terminales de telefonía móvil en la celda, es decir, un control de la potencial rápido y eficiente es esencial. A medida que un terminal de telefonía móvil se mueve hacia la periferia de una celda tiene que aumentar la potencial de su transmisión por radio con el fin de que la estación de base sea capaz de recibir la señal transmitida. Asimismo, la estación de base tiene que aumentar la potencial de su transmisión por radio hacia el terminal de telefonía móvil. Este aumento de potencial tiene un efecto deteriorador sobre la capacidad tanto de la propia celda del terminal de telefonía móvil como de la celda o celdas vecina o vecinas de las cuales está cerca el terminal de telefonía móvil. La macrodiversidad se utiliza para mitigar este efecto. Cuando el terminal de telefonía móvil se comunica por medio de más de una estación de base, la calidad de la comunicación puede ser mantenida con una potencial de transmisión por radio menor que cuando sólo se utiliza una única estación de base. Así, la macrodiversidad es una característica que eleva la calidad de canales de radio no fiables y una necesidad que es requerida con el fin de solucionar una debilidad inherente de los sistemas de telefonía móvil basados en CDMA.

35 La **figura 1** ilustra una UTRAN. El Radio Network Controller (RNC – Controlador de Red de Radio) 102 está conectado a la Red de Núcleo 100, que a su vez puede estar conectada a otra red. El RNC 102 está conectado a uno o más Nodos B 104 denominados también estaciones de base mediante una red de transporte 106. La red de transporte 106 puede, por ejemplo, estar basada en IP o basada en ATM. Los nodos de red de transporte están indicados con una “T” en la **figura 1**. En una red de transporte basada en IP estos nodos son encaminadores de IP. En una red de transporte basada en ATM los nodos de red de transporte son conmutadores de AAL2 (ATM Adaptation Layer type 2 – Capa de Adaptación de ATM de tipo 2). Los Nodos B 104 pueden estar conectados inálámbicamente a uno o a varios User Equipments (UEs – Equipos de Usuario) 110 denominados también terminales de telefonía móvil. Un Serving-RNC (S-RNC – RNC de Servicio) 102 es un RNC que tiene una conexión Radio Resource Connection (RRC – Conexión de Recurso de Radio) con el UE 110. Un Drift-RNC (D-RNC – RNC de Deriva) 112 es un RNC que puede estar conectado a un UE 110, pero en el que otro RNC 102, por ejemplo la S-RNC, gestiona la conexión RRC con el UE 110.

50 La macrodiversidad permite que una estación de telefonía móvil se comunice con una red fija mediante más de un enlace de radio, es decir, un teléfono móvil puede enviar/recibir información hacia/desde más de un puerto de radio (o estación de base denominada también Nodo B). Los radio ports (RPs – Puertos de radio) están separados espacialmente una distancia que va desde una distancia corta, por ejemplo entre diferentes pisos de un edificio, (pico-celdas) hasta aproximadamente algunos kilómetros (micro- y macro-celdas). Dado que las condiciones de propagación entre el terminal de telefonía móvil y los diferentes RPs son diferentes en el mismo momento del tiempo, la calidad de la combinación de las señales recibidas resultante es a menudo mejor que la calidad de cada señal individual. Así, la macrodiversidad puede mejorar la calidad del enlace de radio. Cuando un terminal de telefonía móvil está conectado a más de una estación de base simultáneamente, se dice que el UE está en transferencia blanda.

60 La macrodiversidad es aplicable sólo a dedicated channels (DCH – canales dedicados). Actualmente toda la funcionalidad de la macrodiversidad reside en el RNC, siempre que la correspondiente funcionalidad para transferencia blanda en el Nodo B no se considere. La transferencia más blanda implica que el UE tiene dos o más enlaces de radio para el mismo Nodo B. La combinación de transferencia más blanda llevada a cabo en el enlace ascendente en el Nodo B está más avanzada que la combinación selectiva llevada a cabo en el RNC. En el enlace

descendente, la división se lleva a cabo en el RNC, lo que asegura que una copia de cada trama DCH FP de enlace descendente es enviada a través de cada rama en el conjunto activo del DCH correspondiente. Tanto las tramas de datos de DCH FP como las tramas de control de DCH FP están sujetas a la función de división.

5 En el enlace ascendente, el RNC lleva a cabo la combinación, lo que es más complicado que la división. Sólo las tramas de datos de DCH FP están sujetas al procedimiento de combinación. Las tramas de control de DCH FP no son combinadas, puesto que cada trama de control de DCH FP de enlace ascendente incluye datos de control que son específicos para un Nodo B individual. Para el enlace ascendente, el RNC tiene una ventana de tiempo en la cual se espera que todas las ramas entreguen su contribución a la combinación (es decir, una trama de DCH FP con un cierto Connection Frame Number (CFN – Número de Trama de Conexión). Cuando expira la ventana de tiempo todas las tramas de DCH FP con el CFN correcto que fueron recibidas dentro de la ventana de tiempo son pasadas a la función de combinación.

10 La combinación actual es una selección de la mejor porción de datos de las candidatas que fue recibida a través de las diferentes ramas. Para DCHs no-de voz la unidad de selección es un transport block (TB – Bloque de transporte). Para determinar cuál de los candidatos seleccionar para un cierto bloque de transporte, el Cyclic Redundancy Checksum Indicator (CRCI – Indicador de Comprobación de Suma con Redundancia Cíclica) para el TB correspondiente es comprobado en cada una de las tramas proporcionadas. Si una y sólo una de ellas indica que el TB fue correctamente recibido en el Nodo B (es decir que la comprobación de la CRC tuvo éxito para el correspondiente TB cuando fue recibido por el Nodo B), este TB es seleccionado.

15 Si no, si más de uno de los CRCIs indican una comprobación de CRC con éxito, la función de combinación selecciona el de estos TBs que pertenece a la trama con el parámetro Quality Estimate (QE – Estimación de Calidad) más elevado. El parámetro QE es una medición de la tasa de error de bit actual sobre la interfaz de radio. Asimismo, si todos los CRCIs indican una comprobación de CRC sin éxito la función de combinación selecciona el TB de la trama con el parámetro QE mayor. Si en los dos últimos casos, el valor del parámetro QE mayor se encuentra en dos o más de las tramas (es decir, si estos parámetros QE son iguales también), la selección del TB depende de la implementación. La figura 2 ilustra el procedimiento de combinación para los DCHs no-de voz.

20 Para los DCHs de voz, los trabajos de combinación son ligeramente diferentes. El códec de conversación de Adaptive Multi Rate (AMR – Multi Tasa Adaptativa) produce tres subflujos, en los que cada uno es transportado en un DCH respectivo. Estos tres DCHs son los llamados DCHs coordinados. Los DCHs coordinados están incluidos en la misma trama de DCH FP y sólo hay un TB para cada subflujo de una trama. Durante la combinación, la función de combinación no selecciona TBs separados de diferentes tramas candidatas para crear una nueva trama combinada tal como se ha descrito anteriormente en el contexto de DCHs no-de voz. Por el contrario, selecciona una trama completa basándose en el CRCI para el TB asociado con el subflujo 1, que es el subflujo más significativo. Los CRCIs de los otros subflujos son insignificantes, puesto que estos subflujos no son de CRC protegido sobre la interfaz de radio. De nuevo, si los CRCIs indicasen una comprobación de CRC sin éxito o porque todos los CRCIs relevantes indican una comprobación de CRC sin éxito se selecciona la trama con el mayor parámetro QE. La **figura 3** ilustra el procedimiento de combinación para DCHs de voz.

30 Por ello la macrodiversidad en las UTRANs actuales se lleva a cabo mediante la funcionalidad de macrodiversidad, denominada también como funcionalidad de Diversity Handover (DHO – Transferencia de Diversidad) en los RNCs. Los estándares actuales permiten la funcionalidad de DHO tanto en el Serving RNC (S-RNC – RNC de Servicio) como en el D-RNC, pero la posibilidad de situar la funcionalidad de DHO en el D-RNC a menudo no se utiliza.

35 El documento WO 03/096733 describe un método para seleccionar puntos de MDC. La selección del punto de MDC se basa en el salto total de las ramas de la MDC y en la ruta entre la RNGW y el punto de MDC y la carga de los enlaces entre los nodos.

40 Así, un problema en las soluciones de macrodiversidad existentes es que los flujos de enlace descendente separados y los flujos de enlace ascendente no combinados de los datos de usuario son transportados todo el camino entre el RNC y el Nodo B. Esto resulta en que costosos recursos de transmisión son consumidos en la red de transporte UTRAN, lo que también resulta en significativos costes para los operadores.

55 Compendio de la invención

Los recursos de transmisión consumidos se reducen de acuerdo con la presente invención distribuyendo la funcionalidad de macrodiversidad a los Nodos B. Un problema es entonces cómo seleccionar cuál de los Nodos B conectados debería ser seleccionado para llevar a cabo la función de combinación/división, llamada también función de Diversity Handover (DHO – Transferencia de Diversidad). Estos nodos seleccionados se denominan nodos de DHO. Los nodos de DHO tienen que ser seleccionados de entre aquellos Nodos B que sean capaces de llevar a cabo la funcionalidad de DHO, es decir, de entre aquellos Nodos B que hayan sido adaptados con la funcionalidad de DHO y con otras funciones de la presente invención. Esos nodos se denominan nodos provistos de DHO o nodos provistos de macrodiversidad.

El objeto de la presente invención es resolver el problema declarado anteriormente.

5 El problema es resuelto por el método de la reivindicación 1, el producto de programa de ordenador de las reivindicaciones 24-25 y la disposición de acuerdo con la reivindicación 26.

10 La ventaja más importante lograda mediante la presente invención es un ahorro de transmisión en la red de transporte UTRAN, lo que se traduce en un significativo ahorro de coste para el operador. El ahorro en la transmisión es llevado a cabo mediante una ubicación optimizada de la funcionalidad de DHO. Por ello el transporte de datos redundante es eliminado en las partes del camino en las que datos pertenecientes a diferentes ramas de macrodiversidad del mismo DCH serían de otro modo transportados en paralelo a lo largo de la misma ruta.

15 Otra ventaja de la presente invención es que facilita el que los RNCs puedan estar situadas en ubicaciones más centrales de la red (es decir, con menos distribución geográfica). El principal propósito de la distribución geográfica común actual de los RNCs es limitar los costes de transmisión para las ramas de macrodiversidad paralelas. Cuando este transporte de datos paralelo es eliminado, resulta más beneficioso para un operador centralizar los RNCs, por ejemplo co-ubicándolos con MSCs o MGWs. Co-ubicar varios nodos en el mismo lugar resulta en una operación y un mantenimiento simplificados, lo que también significa una reducción de coste para el operador.

20 Breve descripción de los dibujos

La **figura 1** es una ilustración esquemática de la Red de Acceso por Radio Terrestre de UMTS.

La **figura 2** ilustra el procedimiento de combinación para DCHS no-de voz.

La **figura 3** ilustra el procedimiento de combinación para DCHs de voz.

25 La **figura 4** ilustra el ahorro de transmisión potencial en un ejemplo con Nodos B situados en cascada de acuerdo con la presente invención.

La **figura 5** ilustra un escenario con un terminal de telefonía móvil que utiliza cinco ramas de macrodiversidad de acuerdo con la presente invención.

La **figura 6** muestra un árbol de rutas resultante de un escenario simplificado de la figura 5.

30 La **figura 7** muestra las bifurcaciones del árbol de nodos correspondientes al árbol de rutas de la figura 6.

La **figura 8** muestra el árbol de nodos resultante de la selección de los nodos de DHO correspondientes a los nodos de bifurcación del ejemplo representado en la figura 5.

La **figura 9** muestra el árbol de nodos de DHO de la figura 8 mapeado en el árbol de rutas de la figura 6 con los flujos de datos potenciales resultantes.

35 La **figura 10** muestra el árbol de nodos de DHO modificados tras la primera etapa del método número 5 de reducción del retardo de acuerdo con una realización de la invención.

La **figura 11** muestra los flujos de datos potenciales en el árbol de rutas tras la primera etapa del método de reducción del retardo número 5.

La **figura 12** muestra el árbol de nodos de DHO modificado tras la segunda etapa del método de reducción del retardo número 5 de acuerdo con una realización de la invención.

40 La **figura 13** muestra los flujos de datos potenciales en el árbol de rutas tras la segunda etapa del método de reducción del retardo número 5.

La **figura 14** muestra el árbol de nodos de DHO modificado tras la tercera etapa del método de reducción del retardo número 5 de acuerdo con una realización de la invención.

45 La **figura 15** muestra los flujos de datos potenciales en el árbol de rutas tras la tercera etapa del método de reducción del retardo número 5.

La **figura 16** muestra el árbol de nodos de DHO modificado tras la primera etapa del método de reducción del retardo número 6 de acuerdo con una realización de la invención.

La **figura 17** muestra los flujos de datos potenciales en el árbol de rutas tras la primera etapa del método de reducción del retardo número 6.

50 La **figura 18** es un diagrama de flujos de uno de los métodos de acuerdo con la presente invención.

Descripción Detallada

55 La presente invención de describirá ahora de manera más completa en lo que sigue con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales se muestran realizaciones preferidas de la invención. Esta invención puede, no obstante, ser llevada a cabo de muchas maneras diferentes y no debería ser interpretada como limitada a las realizaciones explicadas aquí; por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de manera que esta explicación será profunda y completa, y proporcionará de manera completa el alcance de la invención a los expertos en la materia. En los dibujos, números iguales se refieren a elementos iguales.

60 En la otra descripción de la presente invención, DCHs coordinados no son tratados de manera específica. En los aspectos que son significativos para la presente invención, se trata un conjunto de DCHs coordinados de la misma manera que un único DCH separado. Los DCHs de un conjunto de DCHs coordinados utilizan un portador de transporte común y en una UTRAN de IP las tramas (de un conjunto de DCHs coordinados) con el mismo CFN se incluyen en el mismo paquete de User Datagram Protocol (UDP – Protocolo de Diagrama de Datos de Usuario). El

procedimiento de combinación especial para DCHs coordinados se ha descrito anteriormente. Así, omitir DCHs coordinados sirve para simplificar la descripción de la presente invención y hace el texto más legible. Generalizar la descripción de la presente invención con el fin de comprender DCHs coordinados sería conceptualmente trivial para una persona no experta en la materia, aunque complicaría significativamente el texto.

5 La presente invención puede ser implementada en un sistema de telecomunicaciones de telefonía móvil de tercera generación, por ejemplo en un UMTS, y en particular en la Radio Access Network (RAN – Red de Acceso por Radio), por ejemplo una Red de Acceso por Radio Terrestre de UMTS, UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network). Tal sistema se ilustra en la **figura 1** y se ha descrito anteriormente junto con la **figura 1**.

10 Con el fin de reducir los recursos de transmisión requeridos, la presente invención propone distribuir la funcionalidad de macrodiversidad del RNC a otros nodos para configuraciones de macrodiversidad para los cuales es beneficiosa desde el punto de vista de una transmisión. Estos otros nodos son típicamente Nodos B, pero pueden también ser otros tipos de nodos, por ejemplo nodos de Transferencia de Diversidad especializados. El potencial ahorro de transmisión cuando la macrodiversidad es distribuida a los Nodos B se ilustra en la **figura 4**. Cuando una configuración de macrodiversidad es establecida, o cambiada, se requiere primero seleccionar los Nodos B que deberían ser los nodos de Diversity Handover (DHO – Transferencia de Diversidad), es decir, los Nodos B que deberían llevar a cabo la combinación y división reales, antes de que la función de macrodiversidad sea ejecutada. Los nodos de DHO deben ser seleccionados de entre los nodos disponibles que comprenden la funcionalidad de DHO, es decir, de entre los nodos provistos de DHO (típicamente Nodos B provistos de DHO). En los siguientes ejemplos, los Nodos B y el RNC se utilizan como nodos de DHO, pero debe observarse que otros nodos tales como nodos de DHO especializados o RNCs lógicamente o geográficamente distribuidos o futuros tipos de nodos que implementen partes de la funcionalidad de RNC puede utilizarse también como nodos de DHO. Con el fin de seleccionar los nodos de DHO, la primera etapa que se lleva a cabo es obtener información de topología de la red de transporte UTRAN y de cómo están conectados los nodos que se encuentran dentro de la red de transporte a los Nodos B. La información de topología puede por ejemplo ser obtenida en el mapa de topología ilustrado en la **figura 5**.

30 La información de topología se obtiene, de acuerdo con la presente invención desarrollando una base de datos de topología. La base de datos de topología está adaptada para proporcionar al RNC la información que el RNC necesita con el fin de determinar cuándo es la distribución de la funcionalidad de DHO beneficiosa y para seleccionar los Nodos B que van a estar implicados. La base de datos topología se describe primero para una UTRAN basada en Internet Protocol (IP – Protocolo de Internet), incluyendo sus propiedades generales y maneras de crearla. A continuación se describe en otra sección, la base de datos de topología para una UTRAN basada en ATM.

40 La selección del nodo o nodos de DHO requiere que el RNC comprenda o esté adaptado para obtener información acerca de la topología de la UTRAN, tanto la red de transporte UTRAN como los nodos B y los RNCs. Pueden considerarse diferentes niveles de detalle de esta información. La elección de este nivel es un compromiso entre el valor que proporciona al mecanismo de selección del nodo de DHO y la complejidad que implica para el mecanismo de selección, así como al mecanismo de obtención de la información de topología. Un cierto nivel de flexibilidad del detalle de la información de topología estará permitido en la siguiente descripción de la selección del nodo de DHO.

45 No obstante, la información de topología con un nivel de detalle básico comprende, de acuerdo con la presente invención:

50 - Una ruta de salto a salto del RNC hasta alcanzar el Nodo B que está controlada por el RNC y posiblemente algunos Nodos B que están controlados por los RNCs vecinos, donde cada encaminador está representado por la dirección de IP asociada con la interfaz que se utiliza para enviar paquetes en dirección al RNC. El Nodo B está representado por una de sus direcciones de IP, por ejemplo, la utilizada para señalización de NBAP (Node B Application Part – Parte de Aplicación del Nodo B) (o la dirección de IP primaria utilizada para señalización de NBAP en el caso de que se utilicen múltiples direcciones de IP para la señalización de NBAP). Si un RNC vecino se incluye en una ruta de salto a salto, se representa también mediante una de sus direcciones de IP, por ejemplo la utilizada para señalización de RNSAP (Radio Network Subsystem Application Part – Parte de Aplicación de Subsistema de Red de Radio) (o la dirección de IP primaria utilizada para la señalización de RNSAP en el caso de que se utilicen múltiples direcciones de IP para la señalización de RNSAP).

60 - Una métrica del retardo para cada salto de una ruta. Si no está disponible ninguna métrica de retardo explícita, una aproximación puede ser derivada de la métrica de coste genérico, lo cual se describe a continuación, o puede dársele a todos los saltos la misma métrica de retardo.

- Una métrica de coste genérico para cada salto de una ruta. La métrica de coste genérico para un salto puede basarse en propiedades arbitrarias del enlace del que forma parte el salto, por ejemplo la capacidad

del enlace en términos de tasa de bits, su retardo, el coste de alquilar el enlace (cuando sea aplicable), etc. Es un parámetro genérico que representa el deseo relativo del operador de usar el enlace para transporte de datos (un coste genérico alto representa un deseo relativamente bajo y vice versa). Si no hay ninguna métrica de coste genérico explícitamente disponible, una aproximación razonable puede ser derivada de la métrica de retardo o puede utilizarse una métrica de coste por defecto fija para todos los saltos.

Preferiblemente, el RNC está adaptado para utilizar la información de topología para mantener las representaciones de los datos en las rutas de salto a salto con las métricas asociadas a todos los Nodos B del Radio Network Subsystem (RNS – Subsistema de Red de Radio) (y posiblemente a algunos Nodos B controlados por RNCs vecinos, es decir, Nodos B de los RNSs vecinos). El RNS comprende el RNC y los Nodos B que están controlados por el RNC. Entonces las rutas están fácilmente disponibles cuando se necesitan para el proceso de selección de un nodo de DHO. No obstante, obtener la información de topología y crear las rutas de salto a salto en tiempo real cuando es necesario es también una posibilidad si el RNC mantiene una base de datos de topología genérica. Por ejemplo si la Transport Network Layer (TNL – Capa de Red de Transporte) en el RNC mantiene una base de datos de topología de encaminamiento de estado del enlace, puede concebirse que esta base de datos sea consultada (por ejemplo dejando que la Radio Network Layer (RNL – Capa de Red de Radio) del RNC interrogue a la TNL del RNC) con el fin de crear las representaciones de la ruta de salto a salto en tiempo real. Desde una perspectiva de rendimiento es preferible que las rutas de salto a salto estén fácilmente disponibles cuando se necesitan.

Además de la información de topología requerida el RNC debe ser manual o automáticamente configurado con información acerca de los Nodos B relevantes que son capaces de comprender funcionalidad de DHO, también llamados nodos provistos de DHO. Los nodos provistos de DHO están al menos constituidos por los nodos provistos de DHO controlados por el RNC, pero en las configuraciones de macrodiversidad inter-RNS pueden incluir también otros RNCs y los Nodos B controlados por otros RNCs. También es posible que los nodos provistos de DHO puedan incluir otros, aún no existentes, tipos de nodos de Radio Network Layer (RNL – Capa de Red de Radio), por ejemplo nodos DHO especializados. Se requiere que el RNC conozca una dirección de IP de cada nodo provisto de DHO, preferiblemente la dirección de IP utilizada para la señalización de NBAP (o señalización de RNSAP en el caso de un RNC). Se requiere que esta dirección de IP sea la misma dirección de IP que la utilizada para representar al nodo en una ruta de salto a salto. El RNC puede estar adaptado para utilizar la lista de nodos provistos de DHO para incluir una indicación de si el nodo está provisto de DHO o no para cada nodo de las rutas de salto a salto.

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, existen cuatro posibles modos de que un RNC proporcione la información de topología requerida:

1. Mediante operaciones de gestión manual o semi-automática. Cuando la UTRAN (incluyendo su red de transporte) es construida o cambiada, la información de topología relevante es configurada en el RNC por medio de medios de O&M.

2. Mediante un protocolo de encaminamiento de estado del enlace. Si un protocolo de encaminamiento de estado del enlace, por ejemplo Open Shortest Path First (OSPF – El camino más corto primero), se utiliza en la red de transporte UTRAN, el RNC puede estar adaptado para participar en las comunicaciones del protocolo de encaminamiento como si fuera un encaminador. No obstante, asumiendo que el RNC no tiene una función de encaminador (es decir, la función de envío de IP) no anunciaría la posibilidad de ser alcanzado a ninguna otra red distinta de la LAN de infraestructura del sitio. Por lo tanto, en la práctica, ningún nodo intentaría nunca utilizar el RNC como un nodo de tránsito, un nodo que envía tráfico, es decir un nodo que ni es el nodo de fuente ni el nodo de destino. Así, mediante el protocolo de encaminamiento el RNC comprende medios para mantener una base de datos de topología actualizada, sin que se le requiera llevar a cabo otras funciones de encaminamiento.

3. Utilizando un mecanismo de seguimiento de ruta que permita al RNC descubrir la ruta de salto a salto para cada Nodo B. El mecanismo de seguimiento de ruta se describe con detalle a continuación.

4. Obteniendo información de topología de otro RNC. No obstante, este método sólo es factible en el caso de inter-RNs.

El tercero de los modos listados anteriormente para proporcionar información de topología, es decir, el mecanismo de seguimiento de ruta, requiere otra descripción detallada. Puesto que los nodos de destino, es decir, los Nodos B, no son nodos arbitrarios en la red, pueden estar preparados para los mensajes de seguimiento de ruta. Esto permite al programa de seguimiento de ruta trabajar de manera ligeramente diferente de los programas de seguimiento de ruta tradicionales (aunque un programa de seguimiento de ruta tradicional también funcionaría). Se asumirá que una UTRAN futura basada en IP utilizará IPv6, pero para que la descripción sea completa se describirá también una variante de programa de seguimiento de ruta de RNC para IPv4.

5 El programa de seguimiento de ruta del RNC para IPv6 utiliza un puerto de UDP dedicado, el mismo puerto de
 fuente y de destino tanto en el RNC como en los Nodos B. Para iniciar el proceso, el programa de seguimiento de
 ruta envía un mensaje de UDP, estando los puertos de fuente y de destino de UDP ajustados al puerto dedicado y
 estando la dirección de destino en la cabecera de UDP ajustada a la dirección de IP utilizada para señalización de
 NBAP con el Nodo B de objetivo. El programa de seguimiento de ruta también ajusta el campo de límite de salto en
 la cabecera de IP a uno e incluye el tiempo de envío lo más exactamente posible y una copia del campo de límite de
 salto en la carga útil de UDP. El hecho de que el límite de salto del paquete de IP esté ajustado a uno hace que el
 primer encaminador de la ruta descarte el mensaje y devuelva un mensaje de ICMPv6 de Tiempo Excedido al RNC.
 10 El mensaje de Tiempo Excedido incluye hasta 1232 octetos del mensaje de llamada. Puesto que esto es mucho
 mayor que el mensaje enviado por el RNC, todo el mensaje de llamada será incluido.

15 Cuando recibe el mensaje de Tiempo Excedido el RNC está mirando a la dirección de la fuente y al mensaje
 incluido. En el mensaje incluido la dirección de IP de destino informa al RNC de a qué ruta del Nodo B concierne el
 mensaje, la copia del campo de límite de salto incluida en la carga útil de UDP informa al RNC del número de saltos
 hasta el encaminador que generó el Mensaje de Tiempo Excedido, y el tiempo registrado de envío en la carga útil de
 UDP incluida permite al RNC calcular el tiempo de ida y vuelta desde el RNC hasta el encaminador y a la inversa. La
 dirección de la fuente en la cabecera de IP (del Mensaje de Tiempo Excedido) proporciona una dirección de IP de
 uno de los encaminadores (en este caso el primer encaminador desde el límite del salto fue ajustado a uno) del RNC
 en la ruta hacia el Nodo B de objetivo.

20 A continuación el RNC envía un segundo mensaje, que difiere del primero en que el límite de salto aumenta a dos (y
 en que el tiempo de envío es diferente). El RNC sigue enviando mensajes con límites de salto cada vez mayores
 hasta que uno de los mensajes alcanza al Nodo B de objetivo. Cuando el Nodo B de objetivo recibe el mensaje,
 extrae la copia del límite de salto y el tiempo de envío del mensaje recibido y los incluye en la carga útil de un nuevo
 mensaje de UDP que es enviado al RNC (utilizando el mismo puerto dedicado como puerto de fuente y de destino
 en la cabecera de UDP). El Nodo B también puede estar adaptado para incluir información adicional en la carga útil
 de UDP, tal como información acerca del enlace al cual el Nodo B está conectado, por ejemplo tasa de bits,
 información de retardo, si el Nodo B tiene un encaminador integrado o no, etc. Otra porción de información útil que el
 25 Nodo B podría incluir en la carga útil de UDP es una indicación del nivel de soporte para el esquema de DHO
 jerárquico. Pueden indicarse tres posibles niveles de soporte: provisto de DHO, no provisto de DHO pero conociendo
 el esquema de DHO jerárquico, o ningún soporte en absoluto (que sería el caso por defecto cuando no se incluye
 ninguna indicación en absoluto en la carga útil de UDP cuando se espera tal indicación). Tal indicación
 proporcionaría al RNC una configuración automática de las capacidades de DHO de los Nodos B controlados por el
 RNC.

35 Cuando el RNC recibe el mensaje de respuesta desde el Nodo B sabe que uno de sus mensajes ha alcanzado el
 Nodo B de objetivo y que puede dejar de enviar mensajes hacia ese Nodo B. La dirección de fuente del mensaje
 informa al RNC de a qué Nodo B concierne. La copia del límite de salto en la carga útil de UDP informa al RNC del
 número de saltos hasta el Nodo B de objetivo y el tiempo original copiado de envío en la carga útil de UDP permite al
 40 RNC calcular el tiempo de ida y vuelta, hasta el Nodo B y en sentido contrario.

45 Si no es posible imaginar información adicional útil para incluir en el mensaje de respuesta desde el Nodo B, el
 programa de seguimiento de ruta puede ser modificado. Entonces no hay que ejecutar ningún programa en el Nodo
 B y, cuando no hay ningún proceso monitorizando el puerto dedicado, el Nodo B devolverá un Mensaje de ICMPv6
 de Destino Inalcanzable (con el Código ajustado a 'puerto inalcanzable'). De una manera similar al Mensaje de
 Tiempo Excedido, este mensaje comprende todo el mensaje de llamada. La recepción del Mensaje de Destino
 Inalcanzable (en lugar de un Mensaje de Tiempo Excedido) informa al RNC de que uno de sus mensajes ha
 alcanzado el Nodo B de objetivo. Entonces la información requerida, es decir, la dirección de la fuente, la copia del
 límite de salto y el tiempo original de envío, puede ser extraída del mensaje.

50 Cada recorrido de ida y vuelta, es decir un mensaje de seguimiento de ruta y el mensaje de respuesta activado,
 revela un salto adicional en la ruta hacia el Nodo B de destino en términos de una dirección de IP (es decir la
 dirección de IP que se utiliza para enviar los paquetes de IP hacia el RNC) y una medición de retardo. Así, el RNC
 puede utilizar información revelada por un conjunto completo de mensajes de seguimiento de ruta (y sus mensajes
 55 de respuesta activados) para construir una ruta de salto a salto completa desde el RNC al Nodo B con una métrica
 de retardo asociada con cada salto. La métrica de coste genérico para cada salto es igual a la métrica de retardo
 para el salto o igual a un valor fijo que es el mismo para cada salto.

60 Cuando se utiliza la IPv4 el Mensaje de ICMPv4 de Tiempo Excedido y el Mensaje de ICMPv4 de Destino
 Inalcanzable no tienen que comprender más de 28 octetos del paquete que llama. Esto es, hay sitio sólo para la
 cabecera de IP y para la cabecera de UDP del mensaje desde el RNC, lo que significa que no tiene sentido incluir
 información en la carga útil de UDP (a menos que se pretenda que la información sea para el Nodo B de objetivo). El
 programa de seguimiento de ruta del RNC entonces tiene que trabajar como los programas de seguimiento de ruta
 tradicionales. Es decir, para cada uno de sus mensajes enviados secuencialmente, aumenta el número de puertos

de UDP de destino en uno. También se requiere que el RNC almacene la dirección de destino, el puerto de destino, el límite de salto y el tiempo de envío para cada mensaje que envía.

5 Cuando se recibe un Mensaje de Tiempo Excedido, el RNC puede utilizar la dirección de destino y el puerto de destino en la cabecera de UDP, incluida como claves para encontrar el límite de salto y el tiempo de envío de los mensajes de llamada. El RNC tiene entonces toda la información requerida, es decir, la dirección de fuente (del Mensaje de Tiempo Excedido), el límite de salto original y el tiempo de envío original. Así, como en el caso del IPv6, el RNC puede utilizar la información revelada por un conjunto completo de mensajes de seguimiento de ruta (y sus mensajes de respuesta asociados) para construir una ruta de salto a salto desde el RNC a un Nodo B con una métrica de retardo asociada con cada salto. La métrica de coste genérico para cada salto es igual a la métrica del retardo para el salto o a un valor fijo que es el mismo para cada salto.

15 Normalmente los programas de seguimiento de ruta de IPv4 utilizan puertos de UDP que serán con poca probabilidad utilizados por programas de aplicación. Así, el nodo de destino devolvería casi con certeza un mensaje de ICMPv4 de Destino Inalcanzable. No obstante, existe un pequeño riesgo de que un programa de aplicación esté usando realmente el puerto en el nodo de destino, en cuyo caso el programa de seguimiento de ruta fallará. Para evitar este riesgo el programa de seguimiento de ruta del RNC en el caso de IPv4 puede utilizar un conjunto de puertos que están indicados para este propósito en el Nodo B. El número de puertos dedicados debe ser al menos el máximo número de saltos entre un RNC y un Nodo B. Como en el caso de IPv6 es posible dejar que el Nodo B incluya información útil adicional en su mensaje de respuesta al mensaje de seguimiento de ruta (cuyo mensaje de respuesta sería entonces un mensaje de UDP). En tal caso, el programa que genera el mensaje de respuesta en el Nodo B debe monitorizar todos los puertos dedicados. Si no, si no se va a incluir ninguna información útil adicional en los mensajes de respuesta, el Nodo B puede dejar los puertos dedicados sin monitorizar, en cuyo caso un mensaje de seguimiento de ruta recibido activará un mensaje de ICMPv4 de Destino No Alcanzable (exactamente como cuando se utilizan programas de seguimiento de ruta tradicionales).

25 Para mejorar la estabilidad de las mediciones de retardo del seguimiento de ruta, los mensajes de seguimiento de ruta podrían ser enviados en portadores de alta prioridad, pero los mensajes de respuesta desde el Nodo B deberían ser enviados en el mismo tipo de portador que los mensajes de ICMP con el fin de proporcionar una medición del retardo (para el último salto) que pueda ser comparada con las mediciones de retardo para los otros saltos. No obstante, tanto si se utilizan portadores de alta prioridad como si no, deberían promediarse varias mediciones de seguimiento de ruta con el fin de proporcionar mediciones de retardo de alta calidad. El RNC podría calcular las medias repitiendo conjuntos completos de mensajes de seguimiento de ruta o repitiendo cada mensaje de seguimiento de ruta de un conjunto.

35 Ejecutar un número (por ejemplo 3-5) de mediciones de seguimiento de ruta (es decir conjuntos de mensajes de seguimiento de ruta) hacia cada estación de base del RNS cada 24 horas permitiría que el RNC mantuviese un base de datos de topología razonablemente actualizada con métricas de retardo del enlace razonablemente exactas, incurriendo en una carga insignificante en la red de transporte. Las mediciones de seguimiento de ruta deberían extenderse durante un periodo de carga de tráfico baja, por ejemplo durante la noche.

40 En el caso en el que la red de transporte UTRAN esté basada en ATM, la base de datos de topología se basa en direcciones de ATM en lugar de en direcciones de IP. Si no, las propiedades generales de la base de datos de topología son similares a las propiedades de la base de datos en la UTRAN basada en IP. Cada ruta de salto a salto se representa por una dirección de ATM. Para cada salto existe una métrica de coste genérico explícitamente definida o implícitamente derivada y una métrica del retardo explícitamente definida o implícitamente derivada. En la UTRAN basada en ATM, la base de datos de topología tiene que ser creada mediante operaciones de gestión manuales o semiautomáticas. El RNC utiliza la base de datos de topología de la misma manera en la UTRAN basada en ATM que en la UTRAN basada en IP.

50 Se necesitan consideraciones especiales cuando la información de topología requerida deba ser obtenida para una configuración de transferencia blanda inter-RNS (inter Radio Network Subsystem – Inter Subsistema de Red de Radio), es decir, cuando uno o más de los Nodos B implicados son controlados por otro u otros RNC o RNCs distintos del S-RNC (y así están situados en otros RNSs). Se asume que el D-RNC no está necesariamente implicado en las conexiones de plano de usuario, como es práctica habitual hoy en día. Por ello, el S-RNC es el nodo apropiado para la selección de los nodos de DHO también en el caso de inter-RNS. Una cuestión es entonces cómo puede ser la información de topología proporcionada al S-RNC en el caso de inter-RNS.

60 La configuración mediante operaciones manuales o semi automáticas es una posibilidad también en el caso de inter-RNS. Un RNC sería entonces configurado no sólo con la información de topología de su propio RNS, sino también con la información de topología perteneciente a los RNSs vecinos, a través de los cuales potenciales conexiones de transferencia blanda inter-RNS pueden ser anticipadas. No obstante, cuantos más RNSs vecinos se consideren en esta configuración, más engorrosa se vuelve la configuración.

Una posible manera de obviar este problema de escala es configurar cada RNC sólo con la información de topología de su propio RNS y obtener a continuación la información de topología de los RNCs vecinos cuando sea necesario. Si se usa este principio y se necesita información de topología de un RNS vecino para la selección de nodos de DHO para una conexión de transferencia blanda de inter-RNS, entonces el S-RNC solicita la información de topología relevante del D-RNC. Esta señalización puede consistir por ejemplo en un nuevo par de mensajes en RNSAP (por ejemplo llamados Solicitud de Información de Topología y Respuesta de Información de Topología). Una parte delicada de este escenario es asegurar que la información de topología combinada cubra también las partes de la red de transporte que interconectan los dos RNSs. Esto puede requerir que todos los RNCs estén configurados con información de topología que cubra las partes de la red de transporte que se utiliza para interconectar los RNSs. Como en el caso de intra-RNS, la configuración manual o semiautomática es el único medio disponible en una UTRAN de ATM.

Utilizar los mecanismos de obtención de información de topología inherentes a un protocolo de encaminamiento de estado del enlace en una UTRAN de IP es una posibilidad también en el caso de inter-RNS. Dependiendo de cómo estén configurados los encaminadores en la red de transporte, una entidad de protocolo de encaminamiento del estado del enlace en el RNC podría mantener una base de datos de topología que cubra varios RNSs, quizás incluso todos los RNSs de la UTRAN. Si la topología requerida de un RNS vecino no es conocida para un RNC, el RNC puede solicitarla del RNC correspondiente, tal como se ha descrito anteriormente para información de topología configurada manual o semiautomáticamente.

Teóricamente es posible utilizar el mecanismo de seguimiento de ruta en una UTRAN de IP, también en el caso de inter-RNS. No obstante, esto requiere que un RNC incluya no sólo los Nodos B de su propio RNS en el esquema de seguimiento de ruta, sino también todos los Nodos B externos al RNS (es decir, los Nodos B de otros RNSs) que potencialmente podrían estar implicados en una conexión de transferencia blanda de inter-RNS. Por lo tanto el mensaje de seguimiento de ruta puede ser difícil de realizar en el caso de inter-RNS. Una manera sería configurar el RNC con todos los Nodos B externos al RNS que se van a incluir en el esquema de seguimiento de ruta mediante medios de O&M manuales o semiautomáticos. Otra posibilidad sería utilizar las listas de celdas vecinas e incluir en el esquema de seguimiento de ruta todos los Nodos B externos al RNS que están incluidos en las listas de celdas vecinas de las celdas del RNS del propio RNC. Otra posibilidad más sería utilizar el mecanismo de seguimiento de ruta para los Nodos B del RNS del propio RNC y obtener la información de topología de otros RNCs mediante señalización (como se ha descrito anteriormente) cuando sea necesario.

Si un RNC vecino está incluido en la información de topología, debería estar representado por su dirección de IP o por una dirección de ATM. En una UTRAN de IP la dirección de IP puede, por ejemplo, ser la dirección de IP utilizada para la señalización de RNSAP (o la dirección de IP primaria utilizada para la señalización de RNSAP en el caso de que se utilicen múltiples direcciones de IP para este propósito).

Una vez que la información de topología requerida para el RNS vecino o los RNSs vecinos está disponible (independientemente de qué mensaje de aprovisionamiento fue usado), el S-RNC la utiliza de la misma manera que en el caso de intra-RNS.

El algoritmo de selección de nodo de DHO

Debe observarse que, aunque los procedimientos del algoritmo de selección de nodo de DHO se describen a continuación utilizando la terminología de una UTRAN de IP, son igualmente aplicables en una UTRAN de ATM. En una UTRAN de ATM los algoritmos y procedimientos son los mismos, pero donde los encaminadores son reemplazados por conmutadores AAL2 y las direcciones de IP son reemplazadas por direcciones de ATM.

El mecanismo para cuya utilización está adaptado el RNC con el fin de seleccionar el nodo o los nodos de DHO donde será llevada a cabo la división y la combinación, es o son el mismo o los mismos si se usa señalización de NBAP y de RNSAP optimizada o no. El objeto del mecanismo de selección de nodo de DHO de acuerdo con la presente invención es seleccionar los nodos de DHO de una manera que se minimicen una o más métricas acumuladas para todas las bifurcaciones de macrodiversidad. De acuerdo con una realización de la presente invención, tal métrica acumulada es una métrica de coste genérico. De acuerdo con otra realización esta métrica de coste se pone junto con la condición de que para ninguna de las rutas de datos resultantes está permitido que el retardo de camino resultante exceda un valor de retardo máximo definido para la UTRAN.

En el escenario típico, un DCH se establece primero con una sola rama, es decir, sin macrodiversidad. Cuando se añade una segunda rama de macrodiversidad, el RNC selecciona un nodo de DHO para estas dos ramas y redirecciona el flujo de datos existente si es necesario (es decir, a menos que el nodo de DHO seleccionado sea el Nodo B de la primera rama o el propio RNC). Cuando se añade una tercera rama, es necesario que el RNC ejecute de nuevo el proceso de selección de nodo de DHO desde el principio, puesto que la adición de la tercera rama puede afectar a la selección del primer nodo de DHO. El RNC tiene también la posibilidad de dejar llegar la tercera rama hasta el RNC (sin tratar de encontrar un nodo de DHO mejor) con el fin de no afectar a la elección del nodo de DHO previo y para evitar la señalización implicada en redireccionar los flujos existentes. Lo mismo (es decir, ejecutar

de nuevo el proceso de selección del nodo de DHO desde el principio o terminar la nueva rama en el RNC) aplica a ramas de macrodiversidad añadidas subsiguientemente.

5 El mecanismo de selección del nodo de DHO se basa en la información de topología descrita anteriormente, que implica a los dos nodos de redes de transporte (encaminadores) y a los nodos de red de transporte (Nodos B y uno o posiblemente más RNCs). También utiliza la lista de nodos de DHO permitidos conectados al RNC (y posiblemente algunos nodos provistos de DHO de RNSs vecinos).

10 El RNC selecciona un primer conjunto de nodos de DHO preliminares de una manera que minimiza la métrica de coste genérico acumulada para todo el árbol de macrodiversidad. A continuación comprueba si el retardo de camino máximo permitido se excede para algunas de las ramas de macrodiversidad de acuerdo con una realización. Si el retardo de camino es aceptable, el conjunto de nodos de DHO preliminares se mantiene. Si no, el conjunto de nodos de DHO preliminares es modificado por el RNC de una manera que reduce los retardos de camino hasta que los retardos de camino de todas las ramas de macrodiversidad son aceptables.

15 Selección del primer conjunto de nodos de DHO preliminares

20 En poco tiempo el RNC empieza el proceso de selección de nodo de DHO formando un árbol de rutas (obtenido de la base de datos de topología) para los Nodos B implicados. A continuación identifica los nodos de bifurcación del árbol y sus interconexiones relativas. Identificar las interconexiones relativas de los nodos de bifurcación significa que el RNC crea un árbol esquemático simplificado que consiste en sólo nodos de bifurcación, Nodos B y el RNC (es decir, se omiten los encaminadores intermedios). El árbol esquemático simplificado se ilustra en la **figura 7**. Para cada nodo de bifurcación existe un correspondiente nodo de DHO potencial y el RNC está dispuesto para proceder a seleccionar estos nodos de DHO. Una descripción detallada del proceso completo sigue a continuación.

25 Un ejemplo del proceso de selección de nodo de DHO basado en un escenario representado en la **figura 5** se utilizará en toda la descripción. El ejemplo provisto se incluye, no obstante, sólo para facilitar más la comprensión de la presente invención y no con el fin de limitar la presente invención. La **figura 5** ilustra un modo de transferencia blanda de DCH con cinco ramas de macrodiversidad. El propósito del ejemplo ilustrado es ilustrar los principios del proceso de selección de nodo de DHO. R1-R7 en la **figura 5** son encaminadores y NB1-NB5 son Nodos B. IP=X significa que la dirección de IP del nodo es X.

35 En un caso general, el RNC tiene η (donde $\eta > 1$) Nodos B conectados que están implicados en el mismo DCH en el modo de transferencia blanda. Para seleccionar los nodos de DHO para el DCH el RNC está adaptado para obtener de su base de datos de topología descrita anteriormente las rutas de salto a salto completas entre el RNC y cada uno de los Nodos B implicados. Las rutas obtenidas forman un "árbol de rutas". Los nodos en los que dos o más rutas de unen se llaman branching nodes (BNs – Nodos de bifurcación). El RNC comprende medios para seleccionar el mejor o los mejores nodo o nodos de DHO basándose en los nodos del árbol de rutas. Para buscar sólo nodos de DHO en el árbol de rutas hay una restricción, que significa que los potenciales nodos de DHO de fuera del árbol, que podrían ser más óptimos que los nodos de DHO del árbol, son despreciados. Esta restricción es un compromiso para limitar la complejidad del mecanismo de selección. Si se buscara el mejor de todos los potenciales nodos de DHO (los nodos del árbol así como los nodos de fuera del árbol) y se creara un árbol de rutas óptimo (independiente de rutas individuales), esto implicaría el cálculo de árboles de Steiner, lo cual es muy complejo y requiere mucho cálculo. Así, aunque no es óptimo, seleccionar el nodo o los nodos de DHO de entre los nodos del árbol se considera suficientemente bueno para esta aplicación, al menos en su forma básica.

45 Además, cuando se selecciona el nodo o los nodos de DHO el RNC es capaz de utilizar cualquiera de dos planteamientos básicos diferentes. El RNC está adaptado para elegir entre todos los nodos provistos de DHO del árbol en el árbol de rutas o sólo entre los nodos provistos de DHO que conocen las propiedades del enlace de radio del DCH al que afecta la macrodiversidad. No obstante, cuando se selecciona un nodo provisto de DHO que no conoce las propiedades del enlace de radio del DCH que se selecciona para combinar, se requiere una señalización adicional para informar a este nodo de DHO de las propiedades que necesita conocer con el fin de combinar ramas de macrodiversidad del DCH. En el último planteamiento los nodos de DHO potenciales están restringidos a RNCs y a Nodos B que son responsables de al menos un enlace de radio hacia el UE correspondiente. Un S-RNC conoce inherentemente las propiedades de DCH requeridas, un D-RNC es informado por medio de señalización de RNSAP y un Nodo B responsable de un enlace de radio es informado por medio de señalización de NBAP. Un Nodo B que es responsable de un enlace de radio hacia el UE (es decir, un Nodo B que está incluido en el conjunto activo) es en lo sucesivo denominado "Nodo B activo de radio". Un Nodo B que no es responsable de un enlace de radio hacia el UE (es decir, un Nodo B que no está incluido en el conjunto activo) se denomina en lo sucesivo "Nodo B activo no de radio". De manera correspondiente, un nodo de DHO que es responsable de un enlace de radio hacia el UE (es decir un Nodo B activo de radio) se denomina "nodo de DHO activo de radio". Otros nodos de DHO se denominan "nodos de DHO activos no de radio".

60 En la otra descripción del algoritmo de selección de nodo de DHO se asume que el RNC selecciona el nodo o los nodos de DHO de entre todos los nodos provistos de DHO en el árbol de rutas. No obstante, el mismo algoritmo

puede ser utilizado para seleccionar los nodos de DHO entre los RNCs y los Nodos B activos de radio provistos de DHO en el árbol de rutas. Eso implica que sólo los RNCs y los Nodos B activos de radio provistos de DHO se consideran como nodos de DHO potenciales en lugar de todos los Nodos B provistos de RNCs y de DHO en el árbol de rutas.

5 Una ruta de salto a salto obtenida se representa mediante una lista de direcciones de IP (las direcciones de IP de los encaminadores intermedios y los Nodos B de destino), acompañados por un número de métricas para cada salto. La dirección de IP del RNC se omite, puesto que no se necesita para el proceso de selección del nodo de DHO. Las métricas pueden incluir una o varias de una métrica de retardo y una métrica de coste genérico (basada en criterios arbitrarios). Las métricas pueden ser asimétricas, en cuyo caso se proporciona un conjunto de métricas para cada dirección de un enlace o simétricas, en cuyo caso el mismo conjunto de métricas es válido para las dos direcciones. En el ejemplo ilustrado las métricas incluyen tanto una métrica de retardo simétrica como una métrica de coste genérico simétrica de acuerdo con una realización de la presente invención. La **Tabla 1** muestra la información que podría ser incluida en la información de ruta que el RNC obtiene en el escenario de ejemplo (es decir, el escenario representado en la **figura 5**).

Tabla 1

Ruta desde el RNC al Nodo B (NB) 1		
1	1	1
2	1	2
8	1	3
Ruta desde el RNC al NB2		
Direcciones de IP (excluyendo el RNC)	Métrica de coste genérico simétrica para salto desde el nodo precedente	Métrica de retardo simétrica para salto desde el nodo precedente
1	1	1
2	1	2
3	2	3
4	2	3
5	3	4
9	5	5
Ruta desde el RNC al NB3		
Direcciones de IP (excluyendo el RNC)	Métrica de coste genérico simétrica para salto desde el nodo precedente	Métrica de retardo simétrico para salto desde el nodo precedente
1	1	1
2	1	2
3	2	3
4	2	3
5	3	4
10	4	5
Ruta desde el RNC al NB4		
Direcciones de IP (excluyendo el RNC)	Métrica de coste genérico simétrica para salto desde el nodo precedente	Métrica de retardo simétrica para salto desde el nodo precedente
1	1	1
2	1	2
3	2	3
4	2	3
6	2	3
7	3	4
11	4	5
Ruta desde el RNC al NB5		
Direcciones de IP (excluyendo el RNC)	Métrica de coste genérico simétrica para salto desde el nodo precedente	Métrica de retardo simétrica para salto desde el nodo precedente
1	1	1
2	1	2
3	2	3
4	2	3
6	2	3
7	3	4
12	5	5

Con referencia al ejemplo ilustrado en la **figura 5**, la tabla 1 incluye las rutas con métricas asociadas recibidas desde la base de datos de topología. En el retardo y coste simétrico de este ejemplo se utilizan métricas.

- 5 Para formar un árbol de las rutas obtenidas el RNC está adaptado para ver las rutas como bifurcaciones y para identificar los nodos de bifurcación (de los cuales puede haber 1 a $\eta-1$, donde η es el número de bifurcaciones). Para identificar los nodos de bifurcación, el RNC está dispuesto para empezar con la primera dirección de IP en las listas respectivas y a continuación avanzar una dirección cada vez para identificar cuándo una bifurcación diverge, es decir, cuándo su dirección de IP difiere de la dirección de IP de la otra o de las otras bifurcación o bifurcaciones. La
- 10 dirección de IP antes de una dirección de IP que diverge en las listas representa un nodo de bifurcación. Si dos bifurcaciones no tienen ninguna dirección en absoluto en común, entonces el RNC es el nodo de bifurcación para esas dos bifurcaciones. El procedimiento continúa hasta que todos los nodos de bifurcación han sido identificados. La **figura 6** muestra el árbol de rutas que resulta del escenario de ejemplo de la **figura 5**.
- 15 Cuando todos los nodos de bifurcación han sido identificados, sus interconexiones relativas, así como sus conexiones a los Nodos B y al RNC, son identificadas. Identificar estas conexiones en esencia significa que el RNC está adaptado para crear un árbol esquemático simplificado que consiste sólo en nodos de bifurcación, Nodos B y el RNC (es decir, los encaminadores intermedios se han omitido). Como es el caso del árbol de rutas original, ésta es sólo una construcción lógica, esencialmente una estructura de datos, en el RNC. No tiene todavía una realización física en la UTRAN. La **figura 7** ilustra un árbol de nodos de bifurcación correspondiente al árbol de rutas de la
- 20 **figura 6** (es decir, el árbol de nodos de bifurcación resultante del escenario de ejemplo de la **figura 5**) y la tabla 2 muestra cómo podría representarse el árbol de nodos de bifurcación como una tabla de datos. Debe observarse que BNX significa nodo de bifurcación número X.

25 **Tabla 2**

Nodo de bifurcación (BN)	Dirección de IP	Conexión de enlace ascendente	Conexiones de enlace descendente
BN1	2	RNC	BN2, IP=4 NB1, IP=8
BN2	4	BN1, IP=2	BN3, IP=5 BN4, IP=7
BN3	5	BN2, IP=4	NB2, IP=9 NB3, IP=10
BN4	7	BN2, IP=4	BN4, IP=11 NB5, IP=12

- 30 Un nodo de bifurcación identificado puede ser un RNC, uno de los Nodos B o un encaminador intermedio. Es decir, no es seguro que un nodo de bifurcación sea un nodo provisto de DHO. No obstante, para cada nodo de bifurcación existe un nodo de DHO potencial. Con un nodo de bifurcación como punto de inicio, el RNC comprende medios para seleccionar el mejor nodo de DHO correspondiente. Para ello el RNC está dispuesto para hacer uso de las métricas de coste asignadas a cada salto y de una lista de los nodos provistos de DHO (representados por sus direcciones de IP, es decir, las mismas direcciones de IP que se utilizan para representar a los nodos en un las rutas de salto a salto). En el caso de inter-RNS (es decir, cuando está implicado más de un RNS) el RNC puede también hacer uso
- 35 de las listas de nodos provistos de DHO en RNSs vecinos. En tal caso el RNC puede ser configurado con estas listas o puede obtenerlas de los RNCs de los RNSs vecinos por medio de señalización. En el ejemplo de selección del nodo de DHO basado en el escenario de ejemplo de la **figura 5** se asume que el RNC y todos los Nodos B del árbol de rutas están provistos de DHO.

- 40 El algoritmo utilizado para seleccionar un nodo de DHO correspondiente a un cierto nodo de bifurcación es simple. Empezando desde el nodo de bifurcación, el RNC es capaz de acumular la métrica de coste genérico en cada dirección (es decir en la dirección de cada bifurcación en el árbol de rutas original que incluye el enlace ascendente) desde el nodo de bifurcación hasta que se encuentra el nodo provisto de DHO (o el final del camino). (Si se utilizan métricas de coste genérico asimétricas, las métricas de coste genérico tienen que ser acumuladas en los dos
- 45 sentidos, desde el nodo de bifurcación que se va a encontrar, que es un nodo provisto de DHO, y en sentido contrario). El RNC realiza esto utilizando el árbol de rutas original – no el simplificado. El nodo provisto de DHO que fue encontrado con la menor métrica de coste genérico acumulada es seleccionado como el nodo de DHO correspondiente al nodo de bifurcación afectado. Si el propio nodo de bifurcación es un nodo provisto de DHO, será, por supuesto, el nodo de DHO seleccionado, puesto que es obviamente la mejor elección y la métrica de coste
- 50 genérico acumulada será cero.

Si se encuentra más de un nodo provisto de DHO con las mismas métricas de coste genérico acumuladas más pequeñas, el RNC debería seleccionar la que añade el menor retardo (en términos de métricas de retardo acumuladas) a la ruta original desde el nodo de bifurcación correspondiente al RNC de acuerdo con una realización

de la presente invención. Para calcular el retardo añadido para un cierto nodo provisto de DHO el RNC comprende medios para identificar el nodo en la ruta original (es decir, la ruta desde el nodo de bifurcación correspondiente al RNC en el árbol de rutas) que es el más cercano al nodo provisto de DHO. El retardo añadido es a continuación calculado como la métrica de retardo de salto a salto acumulada en los dos sentidos, desde el nodo más cercano identificado en la ruta original hasta el nodo provisto de DHO afectado y en sentido contrario. Si los retardos añadidos también son iguales, el RNC está dispuesto para elegir arbitrariamente entre los nodos de DHO correspondientes de acuerdo con una realización de la presente invención.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, una alternativa y una manera más simple para que el RNC seleccione un nodo de DHO de entre los dos o más nodos provistos de DHO que se han encontrado con las menores métricas de coste genérico acumuladas es seleccionar arbitrariamente una de ellas. Las selecciones de nodo de DHO resultantes serán menos óptimas, pero la ventaja es que el RNC evita los cálculos descritos anteriormente de los retardos añadidos que complican el proceso de selección de nodo de DHO.

Volviendo ahora al ejemplo de selección de nodo de DHO basado en el escenario de ejemplo de la **figura 5**, los nodos de DHO correspondientes a los nodos de bifurcación identificados serán seleccionados como sigue. Puesto que las métricas de coste genérico simétricas se utilizan en este ejemplo, la métrica de coste acumulada sólo en una dirección entre un nodo de bifurcación y un nodo de DHO potencial. El nodo de DHO correspondiente al nodo de bifurcación R7 es NB4, para el cual la métrica de coste genérico acumulada desde R7 es 4. Todos los demás nodos provistos de DHO del árbol de rutas tienen una mayor métrica de coste genérico acumulada desde este nodo de bifurcación. De manera similar, el nodo de DHO correspondiente al nodo de bifurcación es NB3, para el cual la métrica de coste genérico acumulada desde R5 es 4. El nodo de DHO correspondiente al nodo de bifurcación R4 es de nuevo NB3, para el cual la métrica de coste genérico acumulada desde R5 es 7. El nodo de DHO correspondiente al nodo de bifurcación R2 es NB1, para el cual la métrica de coste genérico acumulada desde R2 es 4.

Cuando el nodo de DHO correspondiente a cada nodo de bifurcación ha sido seleccionado, los nodos de DHO seleccionados están interconectados (de manera lógica) de la misma manera que sus correspondientes nodos de bifurcación (es decir, tal como se indica en el árbol esquemático simplificado de los nodos de bifurcación, los Nodos B y el RNC) en un árbol de nodos de DHO, Nodos B (que son los nodos de hoja del árbol) y el RNC. Este árbol se denomina "árbol de nodos de DHO". Además, un nodo que es una parte de un árbol de nodos de DHO se denomina "nodo de árbol de DHO". Un nodo de árbol de DHO puede ser cualquiera que esté en un árbol de nodos de DHO. Esto implica que un nodo de árbol de DHO puede ser un nodo de DHO tal como se ha descrito anteriormente, un RNC sin funcionalidad de DHO o un nodo B sin funcionalidad de DHO, por ejemplo un Nodo B de hoja. Un nodo de DHO puede coincidir con un Nodo B, un RNC u otro nodo de DHO. En tal caso la conexión lógica entre los nodos coincidentes desaparece en el árbol de nodos de DHO. Como el árbol de rutas y el árbol de nodos de bifurcación, este árbol de nodos de DHO es una construcción lógica en el RNC sin realización física en la UTRAN. La tabla 3 y la tabla 4 ilustran cómo puede la tabla del árbol de nodos de bifurcación del ejemplo de selección de nodo de DHO, es decir la tabla de árbol de nodos de bifurcación de la tabla 2, ser traducida a una tabla de árbol de nodos de DHO. Debe observarse que DHO(BNX) representa el nodo de DHO seleccionado correspondiente al nodo de bifurcación X. la **figura 8** ilustra el árbol de nodos de DHO resultante (como una parte del ejemplo de selección de nodos de DHO basada en el escenario de ejemplo de la **figura 5**).

Tabla 3

Nodo de DHO	Dirección de IP	Conexión de enlace ascendente	Conexiones de enlace descendente
DHO(BN1)	8	RNC	DHO(BN2), IP=10 NB1, IP=8
DHO(BN2)	10	DHO(BN1), IP=8	DHO(BN3), IP=10 DHO(BN4), IP=11
DHO(BN3)	10	DHO(BN2), IP=10	NB2, IP=9 NB3, IP=10
DHO(BN4)	11	DHO(BN2), IP=10	NB4, IP=11 NB5, IP=12

Tabla 4

De la tabla 3 se puede concluir que DHO(BN2) y DHO(BN3) son uno y el mismo nodo, es decir, NB3.

Nodo de DHO	Dirección de IP (y nombre del nodo)	Conexión de enlace ascendente	Conexiones de enlace descendente
DHO(BN1)	8 (NB1)	RNC	DHO(BN2), IP=10 (BN1 radio i/f)
DHO(BN2, BN3)	10 (NB3)	DHO(BN1), IP=8	DHO(BN4), IP=11 NB2, IP=9 (NB3 radio i/f)
DHO(BN4)	11 (NB4)	DHO(BN2, BN3), IP=10	NB5, IP=12 (NB4 radio i/f)

5 La tabla 4 es la tabla del árbol de nodos de DHO derivada de la tabla del árbol de nodos de bifurcación de la tabla 2 (que es una parte del ejemplo de selección de nodo de DHO basado en el escenario de ejemplo de la **figura 5**). DHO(BN2) y DHO(BN3) se han unido ahora en un único nodo de DHO, DHO(BN2, BN3).

10 La **figura 8** muestra el árbol de nodos de DHO resultante de la selección de los nodos de DHO correspondientes a los nodos de bifurcación del ejemplo de selección del nodo de DHO basado en el escenario de ejemplo de la **figura 5**. Una representación de datos del árbol de nodos de DHO puede encontrarse en la tabla 4.

Comprobación de que no se excede el retardo permitido máximo (también llamada fase de reducción de retardo)

15 Cuando se seleccionan los nodos de DHO, la última etapa antes de instruir a los nodos de UTRAN de que establezcan el árbol de rutas incluyendo los nodos de DHO seleccionados es comprobar que el retardo de transporte permitido máximo entre un Nodo B y el RNC no se excede. Para ello, las conexiones en el árbol de nodos de DHO son mapeadas o correlacionadas en el árbol de rutas original para formar rutas de salto a salto completas. La **figura 9** ilustra esto para el ejemplo de selección de nodo de DHO basado en el escenario de ejemplo de la **figura 5**, es decir, el árbol de nodos de DHO de la **figura 8** está mapeado o correlacionado en el árbol de rutas de la **figura 6**.
20 Los flujos de datos resultantes se muestran con las flechas más gruesas en la **figura 9**.

25 El RNC analiza y añade el retardo de salto a salto, que es una parte de la información de topología para cada camino NODO B-RNC, junto con un retardo de transporte completo para el nuevo camino de datos en las dos direcciones. Para el enlace ascendente el RNC añade también un valor de retardo por defecto para el procedimiento de combinación de tramas para cada nodo de DHO del camino excepto el primero.

30 El retardo calculado a partir de la base de datos de topología puede no ser suficientemente exacto, pero puede no obstante ser utilizado para mediciones de retardo relativas. Combinando las mediciones de retardo relativas (utilizando la métrica de retardo de la base de datos de topología) con mediciones de Sincronización de Nodo más exactas, el resultado debería ser suficientemente exacto. Las mediciones de Sincronización de Nodo se describen también en el documento TS 25.402 V5.1.0 de 3GPP, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Synchronization in UTRAN Stage 2 (Release 5)" y en el documento 3GPP TS 25.427 V5.0.0, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; UTRAN Iub/Iur interface user plane protocol for DCH data streams (Release 5)".

35 El procedimiento de Sincronización de Nodo, que es una parte del Protocolo de Trama de DCH (y de otros protocolos de plano de usuario de UTRAN), mide con exactitud el retardo en los dos sentidos desde el RNC hasta un Nodo B y vice versa. Para una mayor estabilidad y exactitud el procedimiento de Sincronización de Nodo puede opcionalmente ser llevado a cabo sobre portadores de alta prioridad dedicados. El procedimiento de Sincronización de Nodo puede ser ejecutado en cualquier momento, pero en principio sólo debería tener que ejecutarse cuando la topología de la red de transporte ha cambiado. El procedimiento de Sincronización de Nodo se lleva a cabo entre el RNC y uno o más Nodos B. El RNC envía una trama de control de Sincronización de Nodo de enlace descendente a uno o más Nodos B (si la trama de control es enviada en el plano de usuario de un DCH en modo de transferencia blanda, la trama de control está sujeta a división y alcanzará a todos los Nodos B implicados). La trama de control de Sincronización de Nodo de enlace descendente contiene ciertos parámetros de tiempo. Cada Nodo B que recibe una trama de control de Sincronización de Nodo de enlace descendente responde con una trama de control de Sincronización de Nodo de enlace ascendente que contiene ciertos parámetros de tiempo. Una alternativa razonable podría ser ejecutar el procedimiento de Sincronización de Nodo cada vez que un conjunto de mediciones de seguimiento de ruta correspondiente ha sido llevado a cabo (cuando se utilizan mediciones de seguimiento de ruta).
40 En los cálculos que combinan las mediciones de retardo relativo (usando la métrica de retardo de la base de datos de topología) con mediciones de retardo de Sincronización de Nodo se utiliza la siguiente notación:

D_{NS} El retardo medido con el procedimiento de Sincronización de Nodo.

	$dD_{top-old-DL}$	El retardo de transporte de enlace descendente del camino original (es decir la ruta obtenida a partir de la base de datos de topología) calculado a partir de la base de datos de topología.
5	$D_{top-old-UL}$	El retardo de transporte de enlace ascendente del camino original calculado a partir de la base de datos de topología.
	$D_{top-new-DL}$ topología.	El retardo del enlace descendente del nuevo camino calculado a partir de la base de datos de topología.
10	$D_{top-new-UL}$ topología.	El retardo de enlace ascendente del nuevo camino calculado a partir de la base de datos de topología.
	N_{DHO}	El número de nodos de DHO en el camino de datos (incluyendo el RNC si el RNC es uno de los nodos de DHO seleccionados).
15	D_{comb}	El valor de retardo por defecto para combinación de tramas. Este valor puede depender del número de tramas que son combinadas, pero en lo sucesivo se asume que el parámetro tiene un valor fijo que es independiente del número de tramas combinadas.
20	$D_{new-path-DL}$	El retardo de enlace descendente estimado del nuevo camino como resultado de la combinación de mediciones basándose en la base de datos de topología y en las mediciones de Sincronización de Nodo.
25	$D_{new-path-UL}$	El retardo de enlace ascendente estimado del nuevo camino como resultado de combinar las mediciones basándose en la base de datos de topología y en las mediciones de Sincronización de Nodo.

30 Combinando los diferentes parámetros de retardo pueden calcularse como sigue valores razonablemente exactos de los retardos de enlace descendente y de enlace ascendente del nuevo camino:

35
$$D_{top-old-DL} = \Sigma(\text{retardos de salto de enlace descendente del camino antiguo})$$

$$D_{top-old-UL} = \Sigma(\text{retardos de salto de enlace ascendente del camino antiguo})$$

35
$$D_{top-new-DL} = \Sigma(\text{retardos de salto de enlace descendente del camino antiguo})$$

$$D_{top-new-UL} = (N_{DHO}-1) \times D_{comb} + \Sigma(\text{retardos de salto de enlace ascendente del camino nuevo})$$

40
$$\Rightarrow$$

$$D_{new-path-DL} = (D_{top-new-DL} / D_{top-old-DL}) \times D_{NS}$$

$$D_{new-path-UL} = (D_{top-new-UL} / D_{top-old-UL}) \times D_{NS}$$

45 Si se utilizan métricas de retardo simétricas los cálculos se simplifican ligeramente. Los valores de retardo que deben ser comparados con el máximo retardo permitido son los valores de $D_{new-path-DL}$ y $D_{new-path-UL}$. Esto significa que si las mediciones basadas en los datos de topología son de alguna manera inexactas, el máximo valor de los parámetros $D_{top-new-DL}$ y $D_{top-new-UL}$ permitido puede ser diferente para caminos de datos diferentes. Por ejemplo, un cierto $D_{top-new-DL}$ para un camino de datos puede hacer que el valor de $D_{new-path-DL}$ exceda el valor máximo permitido, mientras que el mismo valor de $D_{top-new-DL}$ para otra ruta de datos puede resultar en un valor de $D_{new-path-DL}$ dentro del intervalo permitido.

55 Si $D_{new-path-DL}$ o $D_{new-path-UL}$ excede el máximo retardo permitido en la red de transporte (o un umbral de retardo ligeramente inferior para proporcionar un margen de seguridad), el camino correspondiente puede cambiar. Existen diferentes maneras de hacer esto con diferentes niveles de complejidad (y de rendimiento). De manera ideal la selección de nodo de DHO debe ser iniciada de nuevo con nuevas condiciones para llegar a un nuevo resultado, posiblemente con nodos de DHO entera o parcialmente nuevos. El objetivo debe ser alcanzar del caminos de datos con retardos aceptables con un aumento lo más pequeño posible en la métricas de coste acumuladas totales comparadaa con el primer árbol de nodos de DHO. No obstante, otro objetivo importante es mantener el algoritmo simple y el cálculo eficiente. Por lo tanto la selección de nodo de DHO preferiblemente no es iniciada de nuevo. Por

60 el contrario la ruta de datos correspondiente es modificada con el fin de disminuir su retardo por debajo de un nivel aceptable.

- La manera de modificar el camino de datos es eliminar uno o más nodos de DHO del camino, hasta que el retardo de camino sea menor que el valor permitido máximo. Mediante la eliminación de un nodo de DHO de un camino se quiere decir que el flujo de datos correspondiente se salta el nodo de DHO. El nodo de DHO eliminado puede permanecer en el camino (si está incluido en la ruta original del Nodo B del camino), pero su funcionalidad de DHO no es aplicada al flujo de datos correspondiente. Si el flujo de datos tuviese que desviarse para alcanzar el nodo de DHO, el nodo de DHO no permanecería en el camino tras su eliminación.
- ¿Qué nodo o nodos de DHO debería o deberían ser eliminado o eliminados? de acuerdo con realizaciones de la presente invención, existen varios métodos para la eliminación paso a paso de nodos de DHO en un camino. Difieren en complejidad y eficiencia. En todos excepto en el último método (que es fundamentalmente diferente de los otros) la reducción del retardo de camino requerido (calculado en el árbol de rutas utilizando datos de la base de datos de topología) puede ser preferiblemente calculada antes de iniciar el método de reducción de retardo de camino.
- Si el retardo de camino de enlace descendente es demasiado grande, la reducción de retardo de enlace descendente requerida (en términos de métricas de retardo) es $D_{red-DL} = D_{top-new-DL} - D_{max} \times D_{top-old-DL} / D_{NS}$, donde D_{red-DL} es la reducción de retardo de enlace descendente requerida y D_{max} es el máximo retardo permitido. Si el retardo de camino de enlace ascendente es demasiado grande, la reducción de retardo de enlace ascendente requerida (en términos de métrica de retardo) es $D_{red-UL} = D_{top-new-UL} - D_{max} \times D_{top-old-UL} / D_{NS}$, donde D_{red-UL} es la reducción de retardo de enlace ascendente requerida.
- Si más de uno de los caminos (es decir, ramas de macrodiversidad) tiene retardos demasiado grandes, el RNC debería llevar a cabo en primer lugar la reducción de retardo mediante la eliminación de nodos de DHO para el camino con el mayor retardo. La eliminación de nodos de DHO de este camino puede reducir el retardo también de otros caminos (por ejemplo, si un nodo de DHO fue eliminado de una parte del camino que representa un flujo de datos combinado). Así, antes de iniciar la reducción de retardo para el siguiente camino el RNC debería comprobar si los retardos de camino han cambiado como resultado de mediciones de reducción de retardo para caminos previos.
- A continuación se encuentran unos pocos métodos de reducción de retardo de camino basados en eliminación de nodos de DHO con una relación razonable entre eficiencia y complejidad. En el caso de que el RNC (es decir, el S-RNC) sea un nodo de DHO, está excluido de los nodos de DHO que pueden ser eliminados. Esto aplica a todos los métodos. Los métodos asumen que existe al menos un nodo de DHO distinto del RNC del camino correspondiente. Esto es una asunción segura, puesto que una ruta con el RNC como único nodo de DHO (es decir, una ruta de acuerdo con los principios de macrodiversidad de UTRAN actuales) podría no tener un retardo demasiado grande, a menos que la red de transporte esté erróneamente diseñada o configurada. Si aun así ocurriese tal caso, entonces el RNC debería asumir que las mediciones de retardo son incorrectas y que igualmente utilizan el camino. Todos los métodos pueden ser aplicados al enlace descendente y al enlace ascendente de manera separada, pero los métodos están en su mayor parte descritos independientemente de que sea enlace descendente o enlace ascendente.
- Cuando un nodo de DHO es eliminado del camino, el retardo de camino normalmente disminuye y el coste en términos de métrica de coste genérico acumulada del camino normalmente aumenta. En lo que respecta al retardo, la reducción para un cierto camino es lo que importa. Si un nodo de DHO eliminado permanece en el camino (aunque ya no aplique a su funcionalidad de DHO para el flujo de datos correspondiente), el retardo del camino del enlace descendente no resulta afectado, mientras que el retardo del camino del enlace ascendente se reduce en el retardo de combinación de una trama (a menos que el nodo de DHO fuese el nodo de DHO más alto jerárquicamente del camino). En todos los demás casos de eliminación de nodo de DHO el retardo de camino se reduce. En lo que respecta a las métricas de coste genérico, lo que importa es el aumento en la métrica de coste genérico total para ambas direcciones del DCH correspondiente (es decir, incluyendo las dos direcciones de todas las ramas de macrodiversidad). En casi todos los casos de eliminación de nodo de DHO la métrica de coste genérico total aumenta, pero en ciertos e improbables escenarios puede no resultar afectada o incluso puede disminuir como resultado de la eliminación de un nodo de DHO. Una disminución de la métrica de coste se representa como un aumento de métrica de coste negativo en los cálculos.
- En varios de los métodos de reducción del retardo el RNC necesita calcular la reducción de retardo de camino potencial (en términos de métrica de retardo) y/o el aumento (en términos de métrica de coste genérico para todo el DCH) que resultaría de la eliminación de un cierto nodo de DHO del camino.
- Para calcular la reducción del retardo de camino potencial el RNC identifica primero el nodo que es el más cercano al nodo de DHO correspondiente de entre los nodos de la ruta original (es decir, la ruta obtenida de la base de datos de topología) del camino RNC-Nodo B (o de la ruta Nodo B-RNC) cuyo retardo va a ser reducido. Éste puede ser un nodo de bifurcación (en el árbol de rutas original), pero puede también ser el propio nodo de DHO (el cual puede o puede no ser un nodo de bifurcación). La reducción de retardo del camino de enlace descendente potencial (en

términos de métricas de retardo) se calcula como la métrica de retardo de salto a salto acumulada en los dos sentidos desde el nodo más cercano identificado (en la ruta original) hasta el nodo de DHO, y vuelta de nuevo hasta el nodo más cercano identificado. La potencial reducción del retardo del camino de enlace ascendente se calcula de la misma manera con la adición de un retardo de combinación de trama, a menos que el nodo de DHO sea el nodo de DHO jerárquicamente más alto en la ruta.

El cálculo del aumento de coste potencial es más complicado. Existen cuatro casos diferentes que considerar:

1. Antes de su eliminación, el nodo de DHO aplicó su funcionalidad de división y combinación a tres o más flujos de datos, lo que significa que tras la eliminación del nodo de DHO aplicará todavía su funcionalidad de DHO al menos a dos flujos de datos.

2. Antes de su eliminación, el nodo de DHO aplicó su funcionalidad de división y combinación a dos flujos de datos, lo que significa que tras la eliminación el nodo de DHO no aplicará su funcionalidad de DHO a ningún flujo de datos. El nodo de DHO está incluido en uno y sólo uno de las rutas originales, es decir, las rutas óptimas del árbol de rutas de los dos flujos de datos correspondientes.

3. Antes de su eliminación, el nodo de DHO aplicó su funcionalidad de división y combinación a dos flujos de datos, lo que significa que tras la eliminación el nodo de DHO no aplicará su funcionalidad de DHO a ningún flujo de datos. El nodo de DHO está incluido en las rutas originales (es decir, en las rutas óptimas del árbol de rutas) de los dos flujos de datos afectados.

4. Antes de su eliminación, el nodo de DHO aplicó su funcionalidad de división y combinación a dos flujos de datos, lo que significa que tras la eliminación el nodo de DHO no aplicará su funcionalidad de DHO a ningún flujo de datos. El nodo de DHO no está incluido en la ruta original (es decir, la ruta óptima en el árbol de rutas) de ninguno de los flujos de datos afectados.

En el caso 1, el RNC elige el flujo de datos del cual será potencialmente eliminado el nodo de DHO, es decir, el flujo de datos cuyo retardo de camino va a ser reducido. El RNC identifica entonces el nodo que es el más cercano al nodo de DHO afectado de entre los nodos de la ruta original basándose en el árbol de rutas del flujo de datos elegido. El aumento potencial del coste es a continuación calculado como las métricas de coste genérico de salto a salto acumuladas desde el nodo identificado hasta el nodo de DHO del siguiente enlace ascendente del camino (o el RNC si no existe ningún nodo de DHO del enlace ascendente) y en sentido contrario, menos las métricas de coste de salto a salto acumuladas en ambas direcciones desde el nodo identificado hasta el nodo de DHO correspondiente y en sentido contrario. Estos cálculos podrían ser llevados a cabo cuando se requiere una reducción del retardo o de manera adelantada durante el proceso de selección del nodo de DHO (durante el cual el RNC igualmente lleva a cabo las acumulaciones de salto a salto desde los nodos de bifurcación hasta potenciales nodos de DHO).

En el segundo caso, el RNC elige el flujo de datos para el cual el nodo de DHO afectado no está incluido en la ruta original (como se ve en el árbol de rutas). El RNC lleva entonces a cabo la misma identificación de nodo y el cálculo del aumento del coste tal como se ha descrito para el caso 1.

En el tercer caso, el RNC elige arbitrariamente uno de los dos flujos de datos. El RNC lleva a cabo a continuación la misma identificación de nodo y cálculo del aumento de coste que se ha descrito para el caso 1. En este caso el RNC podría igualmente bien saltarse la identificación del nodo y simplemente calcular el aumento del coste como las métricas de coste genérico de salto a salto acumuladas en los dos sentidos, desde el nodo de DHO afectado hasta el siguiente nodo de DHO del enlace ascendente del camino (o el RNC si no hay ningún nodo de DHO del enlace ascendente, y en sentido contrario).

En el cuarto caso, el RNC lleva a cabo la identificación del nodo y el cálculo del aumento de coste descrito para el caso 1 para ambos flujos de datos. Para llegar al aumento de coste total (que en este caso puede ser negativo) el RNC a continuación suma los aumentos de coste calculados para los dos flujos de datos y resta las métricas de coste genérico de salto a salto acumuladas en los dos sentidos desde el nodo de DHO afectado al siguiente nodo de DHO de enlace ascendente en el camino, o el RNC si no existe ningún nodo de DHO de enlace ascendente, y vice versa.

Otra manera de calcular la reducción del retardo potencial es eliminar tentativamente el nodo de DHO afectado, recalcular todo el retardo del camino y restarlo del retardo del camino calculado antes de la eliminación del nodo de DHO. El aumento de coste potencial puede ser recalculado de una manera similar acumulando las métricas de coste genérico de salto a salto en los dos sentidos para todo el DCH (es decir, para todas las ramas de macrodiversidad) antes y después de la eliminación tentativa del nodo de DHO.

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, existen nueve métodos diferentes de reducción del retardo adaptados para ser implementados en el RNC.

- 5 1. En este método, el RNC calcula primero la reducción de retardo potencial y el aumento de coste (como se ha descrito anteriormente) para cada nodo de DHO que podría ser eliminado del camino. A continuación elige eliminar el nodo de DHO para el cual la potencial relación aumento de coste/reducción de retardo potencial es menor. Si esto no es suficiente para reducir el retardo del camino hasta un nivel aceptable, el método se repite para el camino modificado.
- 10 2. En este método, el RNC calcula primero la reducción de retardo y el aumento de coste potenciales (como se ha descrito anteriormente) para cada nodo de DHO que podría ser eliminado del camino. También calcula las métricas de coste genérico acumuladas totales para el DCH (es decir, para el árbol de rutas completo). El RNC elige a continuación eliminar el nodo de DHO para el cual resulta el valor mayor del cálculo de $(\text{reducción de retardo potencial}) / (\text{retardo del camino total antes de la eliminación del nodo de DHO}) - \alpha \times (\text{aumento de coste potencial}) / (\text{coste para el DCH completo en los dos sentidos antes de la eliminación del nodo de DHO})$, donde α es un valor configurado, por ejemplo, 2. Si esto no es suficiente para reducir el retardo del camino hasta un valor aceptable, el método se repite para el camino modificado.
- 15 3. En este método, el RNC calcula primero el aumento de coste potencial (como se ha descrito anteriormente) para cada nodo de DHO que podría ser eliminado del camino. A continuación elige eliminar el nodo de DHO para el cual el aumento de coste potencial es el menor. Si esto no es suficiente para reducir el retardo del camino hasta un nivel aceptable, el método se repite para el camino modificado.
- 20 4. En este método, el RNC calcula primero la reducción de retardo potencial (como se ha descrito anteriormente) para cada nodo de DHO que podría ser eliminado del camino. A continuación elige eliminar el nodo de DHO para el cual la reducción del retardo potencial es la mayor. Si esto no es suficiente para reducir el retardo del camino hasta un nivel aceptable, el método se repite para el camino modificado.
- 25 5. En este método, el RNC elimina el primer nodo de DHO del camino en la dirección del Nodo B al RNC, excluyendo los nodos de DHO que están incluidos en la ruta RNC-Nodo B original obtenidos de la base de datos de topología. Se calcula la reducción del retardo resultante y si no es suficiente, el método se repite para el camino modificado. Si es sólo el camino del enlace ascendente el que necesita reducción y no hay ningún nodo de DHO en el camino que no esté incluido en la ruta original, entonces un nodo de DHO que está incluido en la ruta original (excepto el RNC) puede ser eliminado con el fin de reducir el retardo del camino del enlace ascendente mediante el retardo de combinación de trama.
- 30 6. En este método, el RNC calcula primero la reducción del retardo potencial (como se ha descrito anteriormente) para cada nodo de DHO que podría ser eliminado del camino. A continuación elige eliminar el nodo de DHO para el cual la reducción del retardo potencial es la menor, pero que es todavía mayor que (o igual que) la reducción del retardo requerida. Si no puede encontrarse ningún nodo de DHO que cumpla este criterio, el RNC elige eliminar un nodo de DHO de acuerdo con cualquiera de los criterios de los métodos 1 a 5. Si la eliminación del nodo de DHO no es suficiente para reducir el retardo del camino hasta un nivel aceptable, el método se repite para el camino modificado.
- 35 7. En este método, el RNC trata de provocar el hecho de que la eliminación de un nodo de DHO pueda disminuir el retardo de más de un camino. Así, primero comprueba si hay uno o más caminos (distintos del camino afectado, el camino con el mayor requisito de reducción de retardo que existe) que tengan también retardos demasiado grandes. Si es así, el RNC identifica los nodos de DHO que son comunes para el camino afectado y uno o más caminos que necesitan reducción de retardo (y qué nodo de DHO no está incluido en ninguna de las rutas originales para los Nodos B afectados). De entre estos nodos de DHO el RNC elige eliminar uno de acuerdo con cualquiera de los criterios de los métodos 1 a 5. Si no puede encontrarse tal nodo de DHO común, el RNC elige eliminar un nodo de DHO de acuerdo con cualquiera de los criterios de los métodos 1 a 5. De manera alternativa, el RNC puede identificar los nodos de DHO que son comunes para el camino afectado y aquél de los otros caminos que necesita la mayor reducción de retardo (pero cuyo nodo de DHO no está incluido en ninguna de las rutas originales para los Nodos B afectados) y elimina uno de ellos (de acuerdo con cualquiera de los criterios de los métodos 1 a 5). Si el camino afectado no tiene ninguno de tales nodos de DHO en común con el de los otros caminos que necesita la mayor reducción de retardo, el RNC repite el procedimiento con aquél de los otros caminos que necesita la segunda mayor reducción de retardo, y así sucesivamente. De nuevo, si el camino afectado no tiene ningún nodo de DHO en común con ninguno de los otros caminos que necesitan reducción del retardo, el RNC elige eliminar un nodo de DHO de acuerdo con cualquiera de los criterios de los métodos 1 a 5. Si esto no es suficiente para reducir el retardo del camino hasta un nivel aceptable, el método se repite para el camino modificado.
- 40 8. En este método, el RNC elimina todos los nodos de DHO (excepto el RNC) del camino. Es decir, la ruta original es restaurada y el RNC es el único nodo de DHO del camino modificado.
- 45
- 50
- 55
- 60

9. En este método el RNC considera el aumento del retardo y el máximo umbral del retardo ya durante el proceso de selección del nodo de DHO. Tras obtener las rutas de las ramas de macrodiversidad a partir de la base de datos de topología, el RNC calcula las métricas de retardo acumuladas para los dos sentidos para cada ruta. Los resultados son comparados con el máximo retardo de camino permitido y el margen de las métricas de retardo con el retardo máximo es calculado para los dos sentidos para cada ruta, por ejemplo, de la manera descrita anteriormente.

A continuación, la formación del árbol de rutas, la identificación de los nodos de bifurcación y sus correspondientes interconexiones son llevadas a cabo de la misma manera que se ha descrito anteriormente. La etapa subsiguiente, es decir, la selección real del menor nodo de DHO correspondiente a cada nodo de bifurcación es, no obstante, mejorada porque las métricas del retardo son consideradas junto con las métricas de coste genérico.

Cuando el RNC calcula las métricas de coste genérico de salto a salto acumuladas de un cierto nodo de bifurcación para los nodos provistos de DHO en el árbol de rutas, también hace un seguimiento de las métricas de retardo de salto a salto. Cuando se encuentra el nodo provisto de DHO con las menores métricas de coste genérico acumuladas (medidas desde el nodo de bifurcación) el RNC comprueba que el retardo añadido resultante para cada ruta afectada (en cada sentido) no sea mayor que el margen de las métricas de retardo restante para el retardo máximo. Las rutas afectadas son las (rutas originales) que pasan a través del nodo de bifurcación afectado. El retardo añadido en la dirección del enlace descendente para una ruta se calcula como las métricas de retardo de salto a salto acumuladas en los dos sentidos desde el nodo de DHO seleccionado tentativamente hasta el nodo más cercano que está incluido en la ruta afectada y viceversa. El retardo añadido en la dirección del enlace ascendente se calcula de la misma manera con la adición de un retardo de combinación de trama, a menos que sea el primer nodo de DHO en ser seleccionado para la ruta afectada (en cuyo caso no se añade ningún retardo de combinación de trama).

Para integrar el cálculo del retardo añadido con la acumulación de métricas de coste, el RNC se dispone para hacer como sigue. En su búsqueda del mejor nodo provisto de DHO correspondiente a un cierto nodo de bifurcación, cada vez que el RNC "se aleja" de un nodo de bifurcación (incluyendo el nodo de bifurcación afectado) donde al menos una de las rutas afectadas se separa del camino que el RNC está "tomando" en el árbol de rutas, el RNC empieza a acumular métricas de retardo de salto a salto (en los dos sentidos) y continúa haciendo esto todo el camino hasta el nodo provisto de DHO. Subsiguientemente, cuando el RNC ha seleccionado tentativamente un nodo de DHO correspondiente al nodo de bifurcación afectado, el RNC ha calculado ya (durante el proceso de "avance de etapa") las métricas de retardo de salto a salto acumuladas en los dos sentidos desde el nodo de DHO seleccionado tentativamente hasta el nodo más cercano incluido en cada una de las rutas afectadas. Así, el RNC está dispuesto para comprobar inmediatamente si el margen de retardo restante sería excedido para algunas de las rutas afectadas, si el nodo de DHO seleccionado tentativamente fuese a ser finalmente seleccionado.

El RNC puede también combinar las métricas de retardo (posiblemente algo inexactas) procedentes de la base de datos de topología con los resultados de las mediciones de retardo más exactas del procedimiento de Sincronización de Nodo (similar a lo que se ha descrito anteriormente) con el fin de calcular márgenes de retardo más exactos. Los márgenes de retardo iniciales (medidos en términos de métricas de retardo de la base de datos de topología) para el enlace descendente y para el enlace ascendente podrían entonces calcularse como sigue:

$$D_{\text{marg-DL}} = D_{\text{top-old-DL}} \times (D_{\text{max}} / D_{\text{NS}} - 1)$$

$$D_{\text{marg-UL}} = D_{\text{top-old-UL}} \times (D_{\text{max}} / D_{\text{NS}} - 1)$$

donde $D_{\text{marg-DL}}$ y $D_{\text{marg-UL}}$ son los márgenes de retardo para el enlace descendente y para el enlace ascendente respectivamente, D_{max} es el máximo retardo permitido y $D_{\text{top-old-DL}}$, $D_{\text{top-old-UL}}$ y D_{NS} son los mismos que se han definido previamente.

Con el fin de que se compruebe que este proceso de selección de nodo de DHO con retardo integrado funciona bien, el RNC podría iniciar el proceso de selección de nodo de DHO con los nodos de bifurcación de la capa más baja de la jerarquía de nodos de bifurcación y continuar con los nodos de bifurcación de la siguiente capa jerárquica, etc.

Las consecuencias de las comprobaciones de retardo integradas para un nodo de DHO seleccionado tentativamente pueden dividirse en tres casos diferentes, dependiendo del número de las rutas afectadas para las cuales no se excede el margen de retardo restante.

Si el margen de retardo restante no se excede para ninguna de las rutas afectadas, el RNC puede seleccionar el nodo de DHO de manera segura. El RNC reduce entonces el margen de retardo restante para las rutas afectadas con sus respectivos retardos añadidos y continúa el proceso de selección con el siguiente nodo de bifurcación (si hay alguno).

Si el margen de retardo restante para una o más de las rutas afectadas se excede, pero hay al menos dos rutas afectadas para las cuales no se excede el margen de retardo restante, entonces el nodo de DHO puede ser seleccionado para aquéllas de las rutas afectadas que pasaron la comprobación de retardo, pero no para la otra o las otras. El RNC observa entonces que los caminos de datos de las ramas de macrodiversidad cuyas rutas no pasaron la comprobación de retardo deberían saltarse el nodo de DHO seleccionado. Esta observación debería asegurar que esta circunstancia se refleje en el árbol de nodos creado subsiguientemente. Finalmente, el RNC reduce el margen de retardo restante para las rutas afectadas que pasaron la comprobación de retardo con sus respectivos retardos añadidos y continúa el proceso de selección del nodo de DHO con el siguiente nodo de bifurcación (si hay alguno).

Si el margen de retardo restante para una o más de las rutas afectadas se excede y sólo una o ninguna de las rutas afectadas ha pasado la comprobación de retardo, entonces no se selecciona ningún nodo de DHO en absoluto para el nodo de bifurcación afectado. En esta situación, sería posible que el RNC comprobase si el segundo mejor nodo provisto de DHO (o cualquier otro nodo de DHO potencial) podría ser seleccionado, pero la probabilidad de encontrar una de las al menos dos de las rutas afectadas que pase la comprobación de retardo es muy baja. Por ello, con el fin de no complicar el proceso de selección de nodo de DHO también el RNC podría igualmente aceptar que no se seleccione ningún nodo de DHO para este nodo de bifurcación. El RNC observa esto y se asegura de que quede reflejado en el árbol de nodos de DHO creado subsiguientemente. El RNC continúa entonces el proceso de selección de nodo de DHO con el siguiente nodo de bifurcación (si hay alguno).

Volviendo de nuevo al ejemplo de selección de nodo de DHO basado en el escenario de ejemplo de la **figura 5**, la cual ahora continúa con la fase de reducción del retardo, (puesto que el método de reducción de retardo número 9, es decir, las comprobaciones de retardo descritas anteriormente integradas en el proceso de selección, no se utiliza en este ejemplo). Con el propósito de ilustración (es decir, ilustrando dos métodos de reducción de retardo alternativos) se aplicará tanto el método de reducción del retardo número 5 como el método de reducción del retardo número 6.

En primer lugar se asume que el método de reducción de retardo número 5 se aplica con un valor de retardo de combinación de trama por defecto de 3. Como se ha mencionado previamente, el máximo valor permitido de la medición del retardo basado en los datos de la topología (es decir, las métricas del retardo en el árbol de rutas) puede ser diferir entre diferentes caminos de datos, porque las métricas de retardo en la base de datos de topología puede ser algo inexactas. No obstante, en este ejemplo se asume que las máximas métricas de retardo acumuladas permitidas son 45 para todos los caminos de datos.

Como puede derivarse de la **figura 9** el camino de datos de NB1 tiene un retardo de enlace descendente de 6 y el mismo valor para el retardo de enlace ascendente. El camino de datos de NB2 tiene un retardo de enlace descendente de 34 y un retardo de enlace ascendente de 37. El camino de datos de NB3 tiene un retardo de enlace descendente de 24 y un retardo de enlace ascendente de 27. El camino de datos de NB4 tiene un retardo de enlace descendente de 45 y un retardo de enlace ascendente de 51. El camino de datos de NB5 tiene un retardo de enlace descendente de 55 y un retardo de enlace ascendente de 61.

En consecuencia el retardo del enlace ascendente para el camino de datos de NB5 debe reducirse en al menos $61 - 45 = 16$ y su retardo de enlace descendente debe reducirse en al menos $55 - 45 = 10$. De manera similar, el retardo de enlace ascendente del camino de datos de NB4 debe reducirse en al menos $51 - 45 = 6$.

El método de reducción del retardo se inicia con el camino de datos con la mayor necesidad de reducción del retardo, es decir, el camino de datos de NB5 en este ejemplo. De acuerdo con el método de reducción del retardo número 5, el primer nodo de DHO de la ruta en la dirección del Nodo B al RNC debería eliminarse primero (excluyendo los nodos de DHO que están incluidos en la ruta RNC-Nodo B original obtenida de la base de datos de topología). Esto significa que el nodo de DHO NB4 es eliminado del camino de datos de NB5 en la primera etapa. La tabla del árbol de nodos de DHO modificado resultante y el árbol de nodos de DHO se muestran en la tabla 5 y en la **figura 10**. Los flujos de datos potenciales resultantes en el árbol de ruta se representan en la **figura 11**.

Tabla 5 La tabla del árbol de nodos de DHO modificado tras la primera etapa del método de reducción del retardo número 5.

Nodo de DHO	Dirección de IP (y nombre del nodo)	Conexión de enlace ascendente	Conexiones de enlace descendente
DHO(BN1)	8 (NB1)	RNC	DHO(BN2), IP=10 (BN1 radio i/f)
DHO(BN2, BN3)	10 (NB3)	DHO(BN1), IP=8	NB2, IP=9 NB4, IP=11 NB5, IP=12 (NB3 radio i/f)

5 La primera etapa redujo el retardo del enlace ascendente de la ruta de datos del NB5 en 13 y el retardo del enlace descendente en 10. Esto es suficiente para la ruta del enlace descendente, pero el retardo del enlace ascendente tiene que ser reducido en otras 3 unidades. Así, de acuerdo con el método de reducción del retardo número 5 el siguiente nodo de DHO desde el Nodo B hasta la dirección del RNC del camino de datos del NB5 se elimina. Esto significa que el nodo de DHO NB3 es eliminado del camino de datos del NB5 en la segunda etapa. La tabla del árbol de nodos de DHO modificado resultante se muestra en la tabla 6 y el árbol de nodos de DHO se muestra en la **figura 12**. Los flujos de datos potenciales resultantes en el árbol de rutas se representan en la **figura 13**.

Tabla 6

Nodo de DHO	Dirección de IP (y nombre del nodo)	Conexión del enlace ascendente	Conexión del enlace descendente
DHO(NB1)	8 (NB1)	RNC	DHO(BN2), IP=10 NB5, IP=12 (BN1 radio i/f)
DHO(BN2, BN3)	10 (NB3)	DHO(BN1), IP=8	NB2, IP=9 NB4, IP=11 (NB3 radio i/f)

15 La segunda etapa redujo el retardo del enlace ascendente del camino de datos de NB5 en 21 (y el retardo del enlace descendente en 18). Esto es suficiente y la reducción del retardo para el camino de NB5, por lo tanto, finaliza. A continuación puede aplicarse el método de reducción del retardo al camino de datos de NB4. Como se ha declarado previamente, el retardo del enlace ascendente del camino de datos del NB4 puede ser reducido en 6 unidades mientras que el retardo del enlace descendente no necesita ninguna reducción. No obstante, la eliminación del NB4 como un nodo de DHO del camino de datos del NB5 significa que el NB4 ya no actúa como un nodo de DHO tampoco para el camino de datos del NB4. En consecuencia, el retardo del enlace ascendente del camino de datos del NB4 ya ha sido reducido en 3 unidades. Lo que queda por reducir son otras 3 unidades. De acuerdo con el método de reducción del retardo número 5, el primer nodo de DHO en la dirección del Nodo B al RNC debería ser eliminado del camino de datos del NB4. Así, en la tercera etapa el nodo de DHO del NB3 es eliminado del camino de datos del NB4. La tabla del árbol de nodos de DHO modificada y el árbol de nodos DHO resultantes tras la tercera etapa del método de reducción del retardo número 5 se muestran en la tabla 7 y en la **figura 14**. Los flujos de datos potenciales resultantes en el árbol de rutas se representan en la **figura 15**.

Tabla 7

Nodo de DHO	Dirección de IP (y nombre del nodo)	Conexión de enlace ascendente	Conexiones del enlace descendente
DHO(BN1)	8 (NB1)	RNC	DHO(BN2), IP=10 NB4, IP=11 NB5, IP=12 (BN1 radio i/f)
DHO(BN2, BN3)	10 (NB3)	DHO(BN1), IP=8	NB2, IP=9 (NB3 radio i/f)

35 Así, la tercera etapa redujo el retardo del enlace ascendente del camino de datos del NB4 en 21 (y el retardo del enlace descendente en 18). Esto es suficiente y en consecuencia la reducción del retardo para todo el DCH, es decir, para todos los caminos, por tanto, finaliza.

40 Si por el contrario se hubiese utilizado el método de reducción de retardo número 6 en el ejemplo, el resultado habría sido diferente. En lo que sigue, la reducción del retardo se reinicia y se utiliza el método de reducción de retardo número 6.

De acuerdo con el método de reducción de retardo número 6, de acuerdo con una realización de la presente invención, el nodo de DHO para el cual la reducción del retardo potencial es la menor, pero todavía mayor que (o igual que) la reducción de retardo requerida, debería eliminarse primero. Empezando de nuevo con el camino de datos del NB5 (que es el camino de datos que necesita la mayor reducción de retardo) las potenciales reducciones del retardo para los tres nodos de DHO son como sigue. La eliminación del nodo de DHO NB4 reduciría el retardo del enlace ascendente del camino de datos de NB5 en 13 y el retardo del enlace descendente se reduciría en 10. La eliminación del nodo de DHO NB3 reduciría el retardo del enlace ascendente del camino de datos del NB5 en 21 y el retardo del enlace descendente se reduciría en 18. Finalmente, la eliminación del nodo de DHO NB1 reduciría el retardo del enlace ascendente del camino de datos en 6 (no se ahorraría ningún retardo de combinación de trama puesto que el NB1 es el nodo de DHO jerárquicamente más alto del camino) y se reduciría el retardo del enlace descendente en 6.

Por ello, debido a que la reducción del retardo requerida para el camino de datos del NB5 (como se ha mencionado previamente) es 16 en el enlace ascendente y 10 en el enlace descendente, el nodo de DHO NB3 es el único, cuya única eliminación es suficiente para reducir los retardos tanto del enlace ascendente como del enlace descendente del camino de datos del NB5 hasta valores aceptables. En consecuencia el nodo de DHO NB3 es eliminado del camino de datos del NB5 en la primera etapa del método de reducción del retardo número 6. La tabla del árbol de nodos de DHO y el árbol de nodos de DHO modificados resultantes tras la primera etapa del método de reducción del retardo número 6 se muestran en la tabla 8 y en la figura 16. Los flujos de datos potenciales resultantes en el árbol de rutas se representan en la figura 17.

Tabla 8. La tabla del árbol de nodos de DHO resultante tras la primera etapa del método de reducción del retardo número 6.

Nodo de DHO	Dirección de IP (y nombre del nodo)	Conexión del enlace ascendente	Conexiones del enlace descendente
DHO(BN1)	8 (NB1)	RNC	DHO(BN2), IP=10 DHO(BN4), IP=10 (BN1 radio i/f)
DHO(BN2, BN3)	10 (NB3)	DHO(BN1), IP=8	NB2, IP=9 (NB3 radio i/f)
DHO(BN4)	11 (NB4)	DHO(BN1), IP=8	NB5, IP=12 (NB4 radio i/f)

Después de esta etapa, la reducción del retardo para el camino de datos del NB5 finaliza. A continuación el método de reducción del retardo puede ser aplicado al camino de datos del NB4. Como se ha declarado previamente el retardo del enlace ascendente del camino de datos del NB4 debe ser reducido en 6 unidades (mientras que el retardo del enlace descendente no necesita ninguna reducción). No obstante, la eliminación del NB3 como un nodo de DHO en el camino de datos del NB5 ha afectado también al retardo del camino de datos del NB4. La razón es que el flujo de datos que constituye la parte del camino de datos del NB5, de la cual ha sido eliminado el nodo de DHO NB3, se combina con el flujo de datos del NB4. Por ello, cuando el nodo de DHO NB3 fue eliminado del camino de datos del NB5, también fue eliminado del camino de datos del NB4. Las reducciones de retardo del enlace ascendente y del enlace descendente son las mismas para el camino de datos del NB4 que para el camino de datos del NB5, es decir, una reducción del retardo del enlace ascendente de 21 y una reducción del retardo del enlace descendente de 18. Esto es más de lo requerido y así la reducción del retardo para el camino de datos del NB4 ha finalizado también. En consecuencia la reducción del retardo para todo el DCH (es decir, todos los caminos de datos) finaliza.

El árbol de nodos de DHO final es a continuación la base para instrucciones para los nodos de DHO seleccionados y el establecimiento de portadores de transporte.

Un Algoritmo de Selección de Nodo de DHO para Estaciones de Base en Cascada

Debe observarse que la siguiente descripción del Algoritmo de Selección de Nodo de DHO para Estaciones de Base en Cascada no está dentro del ámbito de las reivindicaciones pero se describe para proporcionar una mejor comprensión de la invención.

En una topología de UTRAN con estaciones de base en cascada las estaciones de base se interconectan en una secuencia. Es decir, el camino del RNC a la última estación de base en una secuencia de estaciones de base en cascada pasa a través de todas las demás estaciones de base de la secuencia. Un RNC puede conectar varias secuencias de estaciones de base en cascada, cada una de las cuales no tiene ninguna parte de su camino de datos en común con las otras secuencias. Las estaciones de base en cascada pueden también ser combinadas con una topología de árbol de UTRAN. En tal caso una o varias bifurcaciones de un árbol pueden comprender estaciones de base en cascada. Además, una variación de la topología de estaciones de base en cascada es interconectar las estaciones de base en cascada y el RNC en un bucle, de manera que ambos extremos de la

secuencia de estaciones de base en cascada están conectados al RNC. El propósito de tal bucle es proporcionar redundancia de caminos de transporte en caso de que un enlace en el bucle esté funcionando mal temporalmente.

5 El esquema de macrodiversidad jerárquico, en el que la funcionalidad de macrodiversidad está distribuida a los Nodos B, es muy beneficioso en una topología de UTRAN con Nodos B en cascada. Puede por ello resultar útil diseñar un algoritmo de selección de nodo de DHO que esté adaptado para Nodos B en cascada. Tal algoritmo de selección de nodo de DHO podría hacerse muy simple, pero podría ser utilizado sólo para macrodiversidad entre Nodos B dentro de una sola secuencia de Nodos B en cascada. El nodo de DHO para las ramas que implican a los Nodos B de diferentes secuencias de Nodos B en cascada tendría que ser seleccionado utilizando un algoritmo más genérico, por ejemplo, el descrito anteriormente. La solución más simple sería elegir el RNC como el nodo de DHO para tales ramas de macrodiversidad. La macrodiversidad entre ramas que implican a un Nodo B en una secuencia de Nodos B en cascada y a otro Nodo B situado en otra topología de UTRAN sería gestionada de la misma manera.

15 Para las ramas de macrodiversidad que implican sólo a los Nodos B (provistos de DHO) pertenecientes a la misma secuencia de Nodos B en cascada los nodos de DHO son seleccionados como sigue. De los Nodos B activos por radio, es decir los Nodos B que son responsables de la parte del enlace de radio de una rama de macrodiversidad, el que está más cerca del RNC en términos de número de saltos es seleccionado como el nodo de DHO para su propio flujo de datos, es decir, el flujo de datos a través de la interfaz de radio, y el flujo de datos a y desde el Nodo B activo por radio que es el siguiente más cercano al RNC. El nodo activo que es el siguiente más cercano al RNC es seleccionado como el nodo de DHO para su propio flujo de datos y el flujo de datos a y desde el siguiente Nodo B activo por radio (como se ve en la dirección desde el RNC). Este algoritmo se repite hasta que el último Nodo B activo por radio es alcanzado (es decir, el Nodo B activo por radio que es el más lejano al RNC en términos de número de saltos). Este último Nodo B activo por radio es el único que no actuará como un nodo de DHO.

25 Este algoritmo requiere que todos los Nodos B de la secuencia de Nodos B en cascada (o al menos los Nodos B activos por radio de la secuencia) estén provisto de DHO. Si no todos los Nodos B de la secuencia de Nodos B en cascada están provistos de DHO, el algoritmo puede ser extendido con la siguiente regla. Si uno de los Nodos B activos por radio, excepto el más alejado del RNC, no puede actuar como un nodo de DHO porque no está provisto de DHO, es reemplazado (como un nodo de DHO) por el siguiente nodo provisto de DHO disponible en la dirección del RNC. Este nodo provisto de DHO disponible siguiente puede ser otro Nodo B activo por radio, un Nodo B activo no de radio, el RNC o incluso un tipo futuro de nodo de RNL (por ejemplo un nodo de DHO especializado). No obstante, si el algoritmo de selección del nodo de DHO está diseñado para seleccionar nodos de DHO sólo de los Nodos B activos de radio (y el RNC) entonces un nodo de DHO activo no de radio o un tipo futuro de nodo de RNL no puede reemplazar a un Nodo B activo de radio no provisto de DHO como un nodo de DHO.

35 Para estas topologías simples la información de topología puede ser manual o semi automáticamente configurada en el RNC (pero mecanismos automáticos son, por supuesto, posibles también en este caso). Es incluso posible configurar el RNC sólo con información acerca del orden secuencial de los Nodos B en cascada, despreciando la otra información relativa a la red de transporte. Esto es todo lo que el RNC necesita conocer para seleccionar nodos de DHO en este caso especial.

40 Este algoritmo de selección de nodo de DHO no sólo es aplicable a los Nodos B que están estrictamente en cascada en el nivel de IP o en el nivel de AAL2. También puede ser aplicado a una secuencia de sitios de Nodos B en cascada, donde cada sitio de Nodo B sería visto, desde una perspectiva de topología de red estricta, como interconectados en una estructura de árbol. No obstante, debido al potencialmente bajo coste y bajo retardo del enlace intra-sitio entre el encaminador y el Nodo B, utilizar estos Nodos B como nodos de DHO sería casi igualmente beneficioso que utilizar los Nodos B estrictamente en cascada como Nodos de DHO. Para utilizar tales Nodos B como nodos de DHO el RNC debería ser configurado con el orden secuencial de los Nodos B (es decir, estrictamente hablando, el orden secuencial en el cual los sitios de los Nodos B están interconectados, despreciando el hecho de que la topología de red estrictamente es una estructura de árbol. Entonces el algoritmo descrito anteriormente (para la selección de nodos de DHO en una topología de red de Nodos B estrictamente en cascada) podría utilizarse como es. Sería por supuesto posible también utilizar este método cuando los Nodos B estrictamente en cascada y los Nodos B co-ubicados con encaminadores están mezclados en la misma secuencia.

55 Uso de nodos provistos de DHO de fuera del árbol en el algoritmo de selección de DHO

60 En ciertos casos el proceso de selección del nodo de DHO podría tener lugar en arboles de nodos de DHO más óptimos, si los nodos provistos de DHO de fuera del árbol (es decir, los nodos provistos de DHO que no están incluidos en el árbol de rutas original) pudiesen también ser seleccionados como nodos de DHO. Esto sería particularmente útil si la red de transporte de la UTRAN tuviese una topología mezclada, pero en ciertos casos sería beneficioso también en redes de transporte con topologías de árbol híbridas de la topología de árbol y de estaciones de base en cascada. Un ejemplo de tal caso es cuando el nodo provisto de DHO de fuera del árbol es un Nodo B que está co-ubicado con un encaminador que es un nodo de bifurcación en un árbol de rutas. Tal Nodo B sería una elección beneficiosa de nodo de DHO, a pesar de su situación fuera del árbol. (Incluso aunque el Nodo B esté

cubicado con un encaminador de dentro del árbol, se ve como un nodo de fuera del árbol, porque desde una perspectiva de topología de red pura el Nodo B está situado a un salto de distancia del encaminador cubicado).

5 Para permitir la selección de nodos provistos de DHO de fuera del árbol el RNC podría mantener la información adicional para cada nodo (al menos cada nodo no provisto de DHO) en su base de datos de topología. Para cada nodo esta información adicional indicaría el nodo provisto de DHO más cercano (representado por una dirección de IP o una dirección de ATM) y el retardo acumulado y las métricas de coste genérico (en los dos sentidos) para el camino entre el nodo afectado y su nodo provisto de DHO más cercano. Para un nodo que es él mismo un nodo provisto de DHO esta información asociada no estaría presente o indicaría el propio nodo como el nodo provisto de DHO más cercano con el retardo acumulado y las métricas de coste genérico, los dos ajustados a cero. Esta información podría también ser mantenida en una base de datos separada.

15 Para crear esta información cuando se utiliza el método de seguimiento de ruta el RNC mantiene una base de datos separada que incluye cada encaminador en el RNS. El RNC observa el Nodo B de destino como el nodo provisto de DHO más cercano para cada encaminador de la ruta, cuando se lleva a cabo una medición de seguimiento de ruta. La información es potencialmente insertada en la base de datos separada. Si el nodo provisto de DHO más cercano ya está almacenado para un encaminador en la base de datos separada, entonces el Nodo B de destino reemplaza al nodo provisto de DHO como el nodo provisto de DHO más cercano sólo si las métricas de coste genérico acumuladas desde el encaminador hasta el Nodo B de destino son menores que las métricas de coste genérico acumuladas desde el encaminador hasta el nodo provisto de DHO más cercano almacenado. Este método basado en el seguimiento de ruta para situar el nodo provisto de DHO más cercano para cada encaminador del RNS funciona bien para estaciones de base en cascada y las UTRANs de topología de árbol, pero no funciona bien si se utiliza una topología de red de transporte reticulada.

25 Cuando se llevan a cabo los cálculos de las métricas de coste genérico acumuladas, como se ha descrito anteriormente junto con el algoritmo de selección de nodo de DHO para la selección de Nodo de DHO o para el cálculo del aumento de coste potencial (como resultado de una eliminación de nodo de DHO potencial), debe tenerse en cuenta una diferencia fundamental entre los nodos provistos de DHO de fuera del árbol y de dentro del árbol. Para un nodo provisto de DHO del árbol siempre habrá al menos un flujo de datos a y desde la interfaz del enlace ascendente del nodo, si el nodo es seleccionado como un nodo de DHO o no. No obstante, éste no es el caso para un nodo provisto de DHO de fuera del árbol. Si el nodo provisto de DHO de fuera del árbol no es seleccionado como un nodo de DHO, no habrá ningún flujo de datos hacia o desde el nodo en ninguna dirección. Así, los flujos de datos entre una interfaz de enlace ascendente del nodo de DHO de fuera del árbol y el árbol de rutas original deben ser considerados en los cálculos, puesto que representan un aumento de coste resultante de la selección del nodo de fuera del árbol como un nodo de DHO. Por ello, un nodo provisto de DHO de fuera del árbol no es probable que sea seleccionado, a menos que la métrica de coste genérico acumulada del correspondiente nodo de bifurcación para el nodo provisto de DHO de fuera del árbol sea muy baja, como, por ejemplo si el nodo provisto de DHO de fuera del árbol es un Nodo B que está cubicado con el nodo de bifurcación afectado.

40 Cuando se selecciona el nodo de DHO correspondiente a un cierto nodo de bifurcación, el RNC debería considerar el nodo provisto de DHO indicado en la información de topología como el nodo provisto de DHO más cercano al nodo de bifurcación además de los nodos provistos de DHO del árbol.

Realización de un árbol de nodos de DHO

45 Cuando los nodos de DHO, también llamados nodos de macrodiversidad, son seleccionados de acuerdo con el método y disposiciones de la presente invención, el RNC está dispuesto para instruir a los nodos de DHO y a otros nodos afectados de manera que se establezca la macrodiversidad pretendida. Los nodos de DHO llevan a cabo las siguientes etapas utilizando NBAP y en el caso de inter-RNS también RNSAP:

50 Para el enlace descendente:

Los nodos de DHO están adaptados para dividir el flujo del enlace descendente y para transmitir los flujos resultantes de acuerdo con las instrucciones recibidas desde el RNC utilizando los portadores de transporte previamente establecidos de acuerdo con las instrucciones recibidas desde el RNC. Las instrucciones para dirigir los flujos de datos entre los nodos implicados pueden comprender direcciones de IP y puertos de UDP en una UTRAN basada en IP o direcciones de ATM y referencias SUGR (Served User Generated Reference – Referencia Generada por el Usuario Servido) en una UTRAN basada en ATM.

60 Cuando se utilizan NBAP y RNSAP no modificados los nodos de DHO pueden ser adaptados para dividir el flujo del enlace descendente y para transmitir los flujos resultantes de acuerdo con la información implícita en el flujo de datos del enlace ascendente recibido de nodos jerárquicamente más bajos.

Esta información implícita consiste en direcciones de IP de fuente y en puertos de UDP obtenidos de la cabecera de IP y de la cabecera de UDP de paquetes del enlace ascendente recibidos.

Para el enlace ascendente:

Los nodos de DHO están adaptados para combinar los flujos de enlace ascendente hasta un único flujo de enlace ascendente que es transmitido de acuerdo con la instrucción recibida del RNC utilizando un portador de transporte previamente establecido. Las instrucciones pueden comprender direcciones de IP en una UTRAN basada en IP o direcciones de ATM y parámetros SUGR en la UTRAN basada en ATM. Cuando se utilizan NBAP y RNSAP no modificados los nodos de DHO están adaptados para identificar los flujos de enlace ascendente para ser combinados mediante información obtenida de los paquetes del enlace ascendente recibidos de nodos jerárquicamente inferiores.

5 Los Nodos B con funcionalidad de DHO preferiblemente utilizan un esquema de temporización adaptativo para optimizar el compromiso entre retardo y pérdida de tramas en la combinación del enlace ascendente. El esquema de tiempos no está, no obstante, dentro del alcance de la presente invención.

10 Debe entenderse que el método que utiliza instrucciones u otros medios para establecer la macrodiversidad de acuerdo con el árbol de nodos de DHO (lógico) es independiente del método que se utilice para obtener o crear el árbol de nodos de DHO (lógico).

20 Si se utiliza un protocolo de plano de control de red de transporte, los Nodos B seleccionados con funcionalidad de DHO utilizan este protocolo de plano de control para establecer los portadores de transporte inter-Nodo B de acuerdo con las instrucciones del RNC. Ejemplos de tales protocolos de plano de control de red de transporte son Q.2630 (para conexiones de AAL2) en una UTRAN basada en ATM y el protocolo de plano de control que está siendo desarrollado por el grupo de trabajo de NSIS (Next Step In Signaling – Señalización en la Etapa Siguiente) en la IETF (Internet Engineering Task Force – Fuerza de Trabajo de Ingeniería de Internet) en una UTRAN basada en IP.

25 Para establecer una estructura de macrodiversidad jerárquica los nodos de DHO seleccionados necesitan ser instruidos de manera que sepan a dónde enviar flujos de enlace descendente divididos y qué flujos de enlace ascendente combinar. Estas instrucciones de nodos de DHO se basan en el árbol de nodos de DHO que es el resultado del proceso de selección de nodo de DHO. Cada vez que el árbol de nodos de DHO cambia (debido a la adición o a la eliminación de ramas de macrodiversidad) todos los nodos afectados (tanto nodos de DHO como Nodos B sin DHO) necesitan instrucciones nuevas. Se necesitan también instrucciones cuando se añaden o se eliminan DCHs de todas las ramas de macrodiversidad. Los nodos de DHO pueden también, de acuerdo con una realización de la presente invención, necesitar instrucciones de QoS cuando se modifican DCHs de una manera que la QoS de sus portadores de transporte debe ser cambiada. Los nodos afectados pueden variar desde uno solo a todos los Nodos B del árbol de nodos de DHO. No se necesita señalización cuando sólo está afectado el S-RNC.

35 Con el fin de dirigir los flujos de datos de DCH de acuerdo con el árbol de nodos de DHO el RNC debe proporcionar a los Nodos B las direcciones de IP y los puertos de UDP (en una UTRAN de IP) o las direcciones de ATM y los parámetros de SUGR (en una UTRAN de ATM) que necesitan para establecer los portadores de transporte inter-Nodo B. Si se utiliza un protocolo de plano de control de red de transporte, los Nodos B gestionan su señalización de plano de control de red de transporte entre ellos y los encaminadores intermedios o los conmutadores de AAL2 para los portadores de transporte inter-Nodo B. No obstante, no hay ninguna señalización de RNL inter-Nodo B.

40 Para dirigir un portador de transporte entre un nodo de DHO o un Nodo B de hoja (en el árbol de nodos de DHO) y un nodo de DHO jerárquicamente más alto o el RNC de una UTRAN de IP son un protocolo de plano de control de capa de transporte, el RNC proporciona al nodo de DHO o el Nodo B de hoja la dirección de IP y el puerto de UDP de destino para ser utilizados en el sentido del enlace ascendente del portador de transporte. Es decir, en esencia, a menos que el nodo jerárquicamente más alto sea el propio RNC, el RNC reemplaza una dirección de IP y un puerto de UDP del RNC (que deberían haber sido incluidos en el mensaje si no se hubiese utilizado la macrodiversidad) mediante una dirección de IP y un puerto de UDP del nodo de DHO jerárquicamente más alto. El nodo receptor devuelve la dirección de IP y el puerto de UDP de destino para ser utilizados en la dirección del enlace descendente del portador de transporte.

45 En una UTRAN de ATM o en una UTRAN de IP con protocolo de plano de control de capa de transporte no tiene que proporcionarse ninguna dirección (es decir, dirección de ATM o dirección de IP) o referencia de portador de transporte (es decir, parámetro de SUGR o puerto de UDP) a un nodo de DHO o a un Nodo B de hoja para dirigir un portador de transporte entre el nodo de DHO o el Nodo B de hoja y un nodo de DHO jerárquicamente más alto o el RNC. En estos casos el portador de transporte es establecido a partir del nodo jerárquicamente más alto (es decir, un nodo de DHO o el RNC) y el nodo jerárquicamente más bajo no tiene que conocer los parámetros de destino de la dirección del enlace ascendente del portador de transporte por adelantado. No obstante, el nodo jerárquicamente más bajo tiene que estar preparado de antemano para el establecimiento de portador de transporte entrante y tiene que asignar parámetros de destino (dirección de ATM y parámetro de SUGR o dirección de IP y puerto de UDP) para la dirección del enlace descendente del portador de transporte que se va a usar cuando se establece el portador de transporte. Estos parámetros son devueltos al RNC en respuesta al mensaje que prepara al nodo

50
55
60

jerárquicamente más bajo para el establecimiento del portador de transporte entrante desde el nodo jerárquicamente más alto.

5 Para dirigir un portador de transporte entre un nodo de DHO y un nodo de DHO jerárquicamente más bajo o un
 10 Nodo B de hoja (en el árbol de nodos de DHO) de cualquier tipo de UTRAN (es decir una UTRAN de ATM o una
 UTRAN de IP con o sin un protocolo de plano de control de capa de transporte), el RNC proporciona al nodo de
 DHO los parámetros de destino (es decir la dirección de ATM y el parámetro de SUGR o dirección de IP y puerto de
 UDP) para la dirección del enlace descendente de los portadores de transporte. Esta es información que no está
 incluida en mensajes de NBAP (o RNSAP) regulares. El RNC había obtenido previamente estos parámetros de
 destino del nodo de DHO jerárquicamente más bajo o del Nodo B de hoja, cuando este nodo jerárquicamente más
 bajo estaba preparado para una dirección recibida para el establecimiento del portador de transporte hacia el nodo
 jerárquicamente más alto.

15 Debe observarse que cuando un nodo establece un portador de transporte hacia un nodo jerárquicamente más bajo,
 este portador de transporte es desde el punto de vista del nodo jerárquicamente más bajo un portador de transporte
 hacia un nodo jerárquicamente más alto.

20 Junto con la información de dirección del portador de transporte el RNC también puede enviar información de QoS
 explícita para ser utilizada por los portadores de transporte inter-Nodo B. Ésta puede ser, por ejemplo, en forma de
 puntos de codificación DiffServ, indicaciones de clase de QoS o indicaciones de ancho de banda y de retardo. Otras
 instrucciones pueden ser instrucciones de temporización para la función de combinación del enlace ascendente e
 indicaciones de tiempo para la activación de las instrucciones de DHO.

25 No obstante, la información de QoS requerida puede también ser derivada implícitamente de las características del
 DCH señaladas por medio de NBAP (y posiblemente RNSAP). Otra posibilidad es copiar la clase de QoS utilizada
 para los portadores de transporte hacia el nodo jerárquicamente más alto (en el árbol de nodos de DHO) para los
 portadores de transporte hacia el nodo o los nodos jerárquicamente más bajo o bajos (en el árbol de nodos de
 DHO).

30 En algunos casos un nodo de DHO cambiado implica que varios caminos de datos necesitan ser cambiados con el
 fin de formar un camino Nodo B – RNC completo para una rama de macrodiversidad. En tales casos el RNC puede
 elegir sincronizar la conmutación de caminos de datos antiguos a nuevos en una cierta CFN con el fin de evitar una
 pérdida de datos. El RNC asocia entonces con las instrucciones de DHO una indicación de tiempo (en forma de una
 CFN) que indica la CFN cuando las instrucciones de DHO van a ser efectuadas en el nodo receptor.

35 Para proporcionar todas estas instrucciones a los Nodos B implicados, el RNC utiliza mensajes de NBAP sin
 cambios existentes (y mensajes de RNSAP), existiendo mensajes de NBAP modificados (y mensajes de RNSAP) e
 incluso nuevos mensajes de NBAP (y mensajes de RNSAP).

40 Un aspecto de la señalización relativa a la DHO está asociado con el caso de inter-RNS. En el caso de inter-RNS el
 D-RNC más o menos basa la información entre el S-RNC y los Nodos B, utilizando RNSAP hacia el S-RNC y NBAP
 hacia los Nodos B. Es no obstante una base no estricta, puesto que el D-RNC realiza la conversión entre dos
 protocolos.

45 Puesto que la información relativa a la DHO en un mensaje de RNSAP enviado desde el S-RNC a un D-RNC puede
 estar prevista para cualquiera de los Nodos B en el RNS del D-RNC, debe existir una manera de que el S-RNC
 indique el receptor previsto de la información relativa a la DHO. La manera preferida de hacer esto es incluir una
 dirección de capa de transporte (es decir una dirección de IP o una dirección de ATM) del nodo receptor de objetivo
 50 junto con la información relativa a la DHO que está incluida en un mensaje de RNSAP. Esta dirección de capa de
 transporte debería ser la misma dirección que la utilizada para representar el nodo en la información de topología,
 porque esta dirección es la única dirección del nodo que se garantiza que el S-RNC conoce. No obstante, si el nodo
 receptor de objetivo es el D-RNC, la dirección de la capa de transporte incluida puede ser cualquier dirección del D-
 RNC que el S-RNC conozca, por ejemplo, la que se utiliza en la información de topología o la que se utiliza como la
 dirección de destino para el portador de transporte utilizado para el mensaje de RNSAP afectado. De manera similar
 55 una dirección de capa de transporte puede estar asociada con información relativa a la DHO en mensajes de
 RNSAP enviados en respuesta desde un D-RNC a un S-RNC.

60 Si los portadores de transporte de DCH inter-RNS están siempre terminados en en D-RNC (lo cual es posible de
 acuerdo con el estándar de 3GPP), entonces no se necesita ninguna extensión o modificación de la señalización de
 RNSAP para el caso de inter-RNS de la funcionalidad de DHO distribuida. Por el contrario el D-RNC puede gestionar
 los mecanismos de macrodiversidad distribuidos (es decir, la selección de nodos de DHO, proporcionando
 instrucciones de DHO, etc.) dentro de su propio RNS por sí mismo independientemente del S-RNC (siempre que el
 S-RNC no haya indicado que el D-RNC no debe llevar a cabo la funcionalidad de DHO para una rama de
 macrodiversidad particular).

- 5 En otra realización de la presente invención el RNC lleva a cabo el árbol de nodos de DHO, es decir, dirige los portadores de transporte de acuerdo con el árbol de nodos de DHO, utilizando protocolos de NBAP y de RNSAP no modificados. Se utilizan los formatos de mensaje regulares y no se introducen nuevos parámetros.
- 10 Debe entenderse que este método para ejecutar la macrodiversidad de acuerdo con el árbol de nodos de DHO (lógico) es independiente del método que se utilice para obtener o crear el árbol de nodos de DHO (lógico).
- 15 La realización sin modificaciones de protocolo sólo puede utilizarse en una UTRAN de IP sin un protocolo de plano de control de IP. Las razones para esto resultarán evidentes a partir de otra descripción de la solución.
- 20 Utilizar medios de NBAP no modificados existentes significa que no pueden utilizarse instrucciones de DHO que requieran nuevos tipos de parámetros en los mensajes de NBAP. Esto tiene consecuencias para la dirección de los flujos de datos, las instrucciones de QoS para los portadores de transporte inter-Nodo B así como la iniciación de funcionalidad de DHO en un Nodo B. Otra consecuencia es que sólo los Nodos B activos de radio están dispuestos para actuar como nodos de DHO. Los nodos activos no de radio, incluyendo los D-RNCs (pero excluyendo el S-RNC), no son posibles como nodos de DHO.
- 25 Un nodo de DHO en una UTRAN de IP asigna la misma dirección de IP y puerto de UDP para todos los portadores de transporte relativos al mismo DCH. Es decir, todos los flujos de datos recibidos que pertenecen al mismo DCH llegan a la misma dirección de IP y puerto de UDP (incluyendo el flujo de enlace descendente desde un nodo jerárquicamente más alto del árbol de nodos de DHO así como flujos de enlace ascendente de nodos de DHO jerárquicamente más bajos). El nodo de DHO mira a la dirección de IP de fuente de los paquetes de IP recibidos con el fin de distinguir los paquetes de IP de los diferentes flujos del mismo DCH (por ejemplo un flujo de enlace descendente y uno o varios flujos de enlace ascendente). El nodo de DHO utilizará también la misma dirección de IP y puerto de UDP como dirección de fuente y puerto de fuente para los correspondientes flujos en las direcciones opuestas. Un nodo de DHO combina todos los flujos de enlace ascendente que llegan a una cierta dirección de IP y puerto de UDP entre sí, si el nodo de DHO es un Nodo B activo de radio, con el propio flujo de enlace ascendente del nodo que llega a través de la interferencia de radio. El nodo de DHO sabe también que por cada flujo de enlace ascendente combinado debería haber un flujo de enlace descendente dividido correspondiente enviado a la misma dirección de IP y puerto de UDP que el flujo del enlace ascendente utiliza como dirección de IP y puerto de UDP de fuente. Si el nodo de DHO es un Nodo B activo de radio, debería por supuesto enviar también un flujo de enlace descendente dividido a través de la interfaz de radio. Este principio es crucial para la solución con protocolos modificados, pero es válido también para la solución que utiliza protocolos modificados.
- 30 En la descripción que sigue un nodo jerárquicamente más alto o más bajo siempre se refiere a la jerarquía del árbol de nodos de DHO de un DCH.
- 35 Como se verá a continuación la iniciación y terminación de la funcionalidad de DHO en un nodo de DHO está estrechamente unida a la dirección de los flujos de datos de esta solución.
- 40 Mensajes y parámetros de NBAP existentes permiten que el RNC instruya a un Nodo B acerca de la dirección de IP y puerto de UDP de destino que deberían utilizarse en la dirección del enlace ascendente de un portador de transporte de DCH hacia un nodo jerárquicamente más alto. Cuando la funcionalidad de DHO no está distribuida, estos parámetros son una dirección de IP y un puerto de UDP de la propia RNC. El NBAP no obstante no incluye ningún medio para instruir al Nodo B de qué parámetros utilizar para un portador de transporte hacia un nodo jerárquicamente más bajo. Esto es porque no hay necesidad de tales instrucciones en una UTRAN sin funcionalidad de DHO distribuida.
- 45 Para dirigir a un portador de transporte entre un nodo de DHO o un Nodo B de hoja (en el árbol de nodos de DHO) y un nodo de DHO jerárquicamente más alto o el RNC, el RNC proporciona al nodo de DHO o al Nodo B de hoja la dirección de IP y el puerto de UDP de destino para ser utilizados en la dirección de enlace ascendente del portador de transporte de la misma manera que en la solución con protocolos modificados. Es decir, en esencia, a menos que el nodo jerárquicamente más alto sea el propio RNC, el RNC reemplaza una dirección de IP y un puerto de UDP del RNC (que habrían sido incluidos en el mensaje si no se hubiera utilizado macrodiversidad) por una dirección de IP y un puerto de UDP del nodo de DHO jerárquicamente más alto. El nodo receptor devuelve la dirección de IP y el puerto de UDP de destino para ser utilizados en la dirección del enlace descendente del portador de transporte.
- 50 Las instrucciones pertenecientes a los portadores de transporte hacia un nodo jerárquicamente más bajo, es decir, en la dirección de un flujo de datos dividido, son más complicadas y tienen que estar acopladas con el mecanismo para la iniciación de la funcionalidad de DHO en un nodo de DHO.
- 55 Como se ha indicado anteriormente el RNC no puede instruir explícitamente a un nodo de DHO acerca de qué dirección de IP y puerto de UDP de destino utilizar para un portador de transporte hacia un nodo jerárquicamente

más bajo. En realidad, el RNC no puede incluso explícitamente informar a un Nodo B de que ha sido seleccionado como un nodo de DHO y de cuándo debería ser iniciada o finalizada la funcionalidad de DHO. Por el contrario, un Nodo B provisto de DHO tiene que basarse en información implícita en los flujos de datos para activar la iniciación y la finalización de la funcionalidad de DHO y para averiguar a dónde dirigir los flujos de datos divididos.

5 Un Nodo B provisto de DHO comprueba la dirección de fuente de todos los paquetes de IP que recibe en la dirección de IP y en el puerto de UDP asignado al portador o a los portadores de transporte de un cierto DCH. Si se recibe un paquete con una dirección de fuente distinta de la del siguiente nodo jerárquicamente más alto (o uno de sus siguientes nodos jerárquicamente más bajos si el Nodo B ya está actuando como un nodo de DHO), este paquete tiene que originarse en un nodo jerárquicamente más bajo. Esto indica al Nodo B que se ha convertido en un nodo de DHO para una nueva rama de macrodiversidad del DCH afectado y la dirección de IP y el puerto de UDP de destino para ser utilizados para el flujo de enlace descendente dividido para la nueva rama de macrodiversidad son los mismos que la dirección de IP y el puerto de UDP del paquete recibido. El Nodo B inicia entonces la funcionalidad de DHO requerida y empieza a llevar a cabo división y combinación de acuerdo con esto. Este principio no puede ser utilizado en una UTRAN de ATM o en una UTRAN de IP con un protocolo de plano de control de capa de transporte, porque en estos tipos de UTRAN un Nodo B no puede enviar datos a un nodo jerárquicamente más alto, hasta que el nodo jerárquicamente más alto ha establecido el portador de transporte hacia el Nodo B.

20 El Nodo B no recibe ninguna instrucción de QoS explícita para el nuevo portador de transporte hacia el nodo jerárquicamente más bajo, así que si se necesita, el Nodo B tiene que derivar la información de QoS requerida a partir de las características del DCH (lo cual ya es conocido en el Nodo B) o copiar la clase de QoS (por ejemplo puntos de codificación DiffServe) utilizada para el portador de transporte del mismo DCH hacia el siguiente nodo jerárquicamente más alto.

25 Cuando un Nodo B que actúa como un nodo de DHO detecta que un nodo jerárquicamente más bajo ya no está utilizando una rama de macrodiversidad, debería terminar la funcionalidad de DHO para esa rama de macrodiversidad.

30 Debe observarse que todos los métodos para identificar el Nodo B que origina una trama de control de DCH FP de Sincronización de Nodo de enlace ascendente que fueron descritos para la realización con NBAP (y RNSAP) modificado pueden también ser utilizados para la realización con protocolos no modificados.

35 En resumen, el método para seleccionar un nodo de DHO, es decir, un Nodo B o un RNC u otro tipo de nodo que comprende (y que ejecuta) una funcionalidad de macrodiversidad en un sistema de telecomunicación de telefonía móvil en el que la funcionalidad de macrodiversidad está distribuida a uno o a una pluralidad de nodos de DHO tales como un Radio Network Controller, RNC (Controlador de Red de Radio), y sus Nodos B en la citada red, comprende, de acuerdo con la presente invención, las etapas de:

40 1801. Obtener información de topología que comprenda una ruta de salto a salto desde el RNC a cada uno de sus Nodos B conectados y al menos una métrica para cada salto de la ruta.

1802. Utilizar un algoritmo para seleccionar uno o más nodo o nodos de DHO.

45 Cuando los nodos de DHO son seleccionados el método para instruir los nodos relevantes es a continuación llevado a cabo de acuerdo con una realización de la presente invención. Otras maneras de instruir a los nodos relevantes, es decir, de llevar a cabo el árbol de nodos de DHO, puede también ser utilizadas sin cambiar el procedimiento de selección del nodo de DHO.

50 El método anterior puede ser implementado mediante un producto de programa de ordenador. El producto de programa de ordenador es directamente cargable en la memoria interna de un ordenador dentro de un Controlador de Red de Radio y/o un Nodo B en una red de telecomunicación de telefonía móvil, y comprende las porciones de código de software para llevar a cabo las etapas del citado método. Además, el producto de programa de ordenador está almacenado en un medio utilizable por un ordenador, y comprende un programa legible para hacer que un ordenador, dentro de un Controlador de Red de Radio y/o un Nodo B en un sistema de telecomunicación de telefonía móvil, controle una ejecución de las etapas del citado método.

60 Así, el RNC de acuerdo con la presente invención comprende un medio para obtener información de topología que comprende una ruta de salto a salto del RNC para cada uno de sus Nodos B y al menos una métrica para cada salto en la ruta, y un medio para utilizar un algoritmo para seleccionar un nodo de DHO.

65 En los dibujos y especificación, se han descrito realizaciones preferidas típicas de la invención y, aunque se emplean términos específicos, se utilizan sólo en un sentido genérico y descriptivo y no con el propósito de limitación, estando el alcance de la invención descrito en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para seleccionar uno o más nodos de DHO (Diversity Handover – Transferencia de Diversidad), tales como un Nodo B o un Radio Network Controller, RNC (Controlador de Red de Radio), ejecutando una funcionalidad de macrodiversidad, en una red de telecomunicación, en el que la funcionalidad de macrodiversidad está distribuida a uno o a una pluralidad de nodos de DHO tales como un RNC y sus Nodo B o Nodos B conectado o conectados en la citada red, estando el método **caracterizado por**:
- 10 a.- obtener (1801) información de topología que comprende una ruta de salto a salto desde el RNC a cada uno de sus Nodos B conectados y al menos una métrica para cada salto de la ruta, y
b.- utilizar (1802) un algoritmo para seleccionar uno o más nodo o nodos, por lo que el algoritmo comprende las etapas de:
- 15 - formar un árbol de macrodiversidad de las rutas por medio de la información de topología obtenida, y
- seleccionar el Nodo B o los Nodos B y/o el RNC y/u otros nodo o nodos provisto o provistos de DHO, que resulta o resultan en la mejor métrica acumulada para todos los flujos de datos potenciales entre el RNC y su Nodo B o sus Nodos B conectado o conectados en el árbol de rutas de macrodiversidad, como el nodo o los nodos de DHO,
- 20 c.- comprobar que un retardo permitido máximo no se excede para un camino de datos para cada uno de los uno o más nodo o nodos de DHO seleccionado o seleccionados utilizando al menos una métrica de coste genérico y una métrica de retardo de la información de topología, y
si se excede el máximo retardo permitido,
- llevar a cabo un procedimiento de reducción de retardo hasta que no se excede el retardo permitido máximo, donde el procedimiento de reducción de retardo comprende la etapa de:
- 25 - eliminar los nodos provistos de macrodiversidad seleccionados.
- 30 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la información de topología comprende también para cada nodo no provisto de DHO en la información de topología una indicación del nodo provisto de DHO más cercano.
- 35 3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que la etapa de formación comprende las otras etapas de:
- identificar nodos de bifurcación en el citado árbol de rutas, e
- identificar las interconexiones correspondientes de los citados nodos de bifurcación y las conexiones a los Nodos B y al RNC de los citados nodos de bifurcación.
- 40 4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la al menos una métrica comprende una métrica de retardo y una métrica de coste genérico y en el que la etapa de seleccionar el Nodo o los Nodos de DHO con la mejor métrica acumulada comprende las etapas de:
- 45 - seleccionar el nodo o los nodos de DHO, lo que resulta en el coste acumulado más pequeño para todos los flujos de datos potenciales entre el RNC y su Nodo o Nodos B conectado o conectados en el árbol de macrodiversidad, como el nodo o los nodos de DHO,
si el coste acumulado es substancialmente el mismo para dos nodos de DHO potenciales,
- seleccionar como el nodo de DHO el nodo de DHO potencial que resulta en la menor métrica de retardo acumulada para todos los flujos de datos potenciales entre el RNC y su Nodo B o Nodos B conectado o conectados en el árbol de macrodiversidad.
- 50 5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la al menos una métrica comprende un coste genérico.
- 55 6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la al menos una métrica comprende una métrica de retardo.
- 60 7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el método comprende las otras etapas de:
- combinar la métrica de retardo con la medición de sincronización del nodo con el fin de determinar si se excede el retardo máximo.

8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que la al menos una métrica comprende una métrica de retardo y una métrica de coste genérico y la etapa de seleccionar el Nodo o los Nodos de DHO con la mejor métrica acumulada comprende las otras etapas de:
- 5 -seleccionar tentativamente un nodo de DHO,
 - comprobar si el retardo de un flujo de datos potencial entre el RNC y uno de sus Nodos B conectados excedería el máximo retardo permitido si fuese a atravesar el nodo de DHO seleccionado tentativamente, y
 - seleccionar el nodo de DHO seleccionado tentativamente como un nodo de DHO para el citado flujo de datos potenciales si no se excede el citado retardo permitido máximo.
- 10 9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la información de topología se obtiene mediante operaciones de gestión manuales o semiautomáticas en el RNC.
- 15 10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la información de topología se obtiene por medio de un protocolo de encaminamiento de estado del enlace utilizado en la red de transporte.
- 20 11. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la información de topología se obtiene utilizando un mecanismo de seguimiento de ruta que permite al RNC descubrir la ruta de salto a salto para cada Nodo B.
- 25 12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la información de topología se obtiene obteniendo la información de topología de un RNC de la red.
- 30 13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el que el método comprende las otras etapas de:
 - preparar un mensaje de señalización correspondiente para ser proporcionado a un árbol de nodos de DHO que es un nodo que es o está planeado para ser una parte de un árbol de macrodiversidad.
 - incluir en el mensaje de señalización una o más direcciones de capa de transporte y uno o más parámetros de referencia de portador de transporte con el fin de dirigir a uno o más nodos del árbol inter-DHO flujos del árbol de macrodiversidad, y
 - enviar el citado mensaje de señalización al citado nodo del árbol de DHO con el fin de proporcionar instrucciones relativas a la DHO al citado nodo del árbol de DHO.
- 35 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la etapa de incluir comprende la otra etapa de:
 - reemplazar la dirección de la capa de transporte y el parámetro de referencia del portador de transporte de un RNC por una dirección de capa de transporte y un parámetro de referencia de portador de transporte de un nodo del árbol de DHO que es jerárquicamente más alto que el citado nodo del árbol de DHO en un mensaje de señalización regular enviado al citado nodo del árbol de DHO con el fin de dirigir un flujo de datos entre el citado nodo del árbol de DHO y el citado nodo del árbol de DHO más alto en la jerarquía de nodos del árbol de DHO.
- 40 15. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-14, en el que la etapa de incluir comprende la otra etapa de:
 - incluir una o más direcciones de capa de transporte y uno o más parámetros de referencia de portador de transporte de uno o más nodo o nodos del árbol de DHO que es o son jerárquicamente más bajo o bajos que el citado nodo del árbol de DHO en un mensaje de señalización enviado al citado nodo del árbol de DHO con el fin de dirigir uno o más flujos de datos entre el citado nodo del árbol de DHO y el citado uno o más nodo o nodos del árbol de DHO más bajo o más bajos en la jerarquía de nodos de DHO.
- 45 16. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-15, en el que las citadas direcciones de capa de transporte son direcciones de IP y los citados parámetros de referencia de portador de transporte son puertos de UDP.
- 50 17. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-15, en el que las citadas direcciones de capa de transporte son direcciones de ATM y los citados parámetros de referencia de portador de transporte son parámetros SUGR.
- 55 18. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-17, que comprende también la etapa de:
 - incluir en el mensaje de señalización indicaciones de Quality of Service (QoS – Calidad de Servicio) para el flujo o los flujos de datos a los que se les dirige.
- 60

19. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-17, que comprende también la etapa de:
- 5 - incluir parámetros de temporización en el mensaje de señalización para ser utilizados en el procedimiento de combinación del enlace ascendente en el nodo del árbol de DHO que recibe el citado mensaje de señalización.
20. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-19, que comprende también la etapa de:
- 10 - incluir una indicación de tiempo en el mensaje de señalización indicando cuándo van a ser llevadas a cabo las instrucciones relativas a DHO en el mensaje de señalización en el nodo del árbol de DHO que recibe el citado mensaje de señalización.
- 15 21. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-21, en el que la citada indicación de tiempo es un número de trama de conexión, CFN, que pertenece a un Dedicated Channel Frame Protocol, DCH FP (Protocolo de Trama de Canal Dedicado), en una UMTS Terrestrial Radio Access Network, UTRAN (Red de Acceso por Radio Terrestre de UMTS).
- 20 22. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 13-21, en el que el citado mensaje de señalización es enviado desde un RNC.
23. El método de acuerdo con la reivindicación 22, en el que el citado mensaje de señalización es un mensaje de Node B Application Part, NBAP (Parte de Aplicación del Nodo B).
- 25 24. Un producto de programa de ordenador directamente cargable en la memoria interna de un ordenador dentro de un Controlador de Red de Radio y/o un Nodo B en una red de telecomunicación de telefonía móvil, que comprende las porciones de código de software para llevar a cabo las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1-23.
- 30 25. Un producto de programa de ordenador almacenado en un medio utilizable por un ordenador, que comprende un programa legible para hacer que un ordenador, dentro de un Controlador de Red de Radio y/o un Nodo B en una red de telecomunicación, controle una ejecución de las etapas de cualquiera de las reivindicaciones 1-23.
- 35 26. Un Controlador de Red de Radio, RNC (Radio Network Controller), (102; 112) adaptado para seleccionar un nodo de DHO, por ejemplo un Nodo B (104) o un RNC (102; 112) ejecutando una funcionalidad de macrodiversidad en un sistema de telecomunicación de telefonía móvil, en el que la funcionalidad de macrodiversidad está distribuida a uno o a una pluralidad de nodos de DHO tales como un Controlador de Red de Radio, RNC, (102; 112) y a sus Nodos B (104) conectados en la citada red, estando el RNC **caracterizado porque** comprende:
- 40 un medio para obtener información de topología que comprende una ruta de salto a salto desde el RNC (102; 112) a cada uno de sus Nodos B conectados y al menos una métrica para cada salto de la ruta, y un medio para utilizar un algoritmo para seleccionar uno o más nodo o nodos de DHO, por lo que el citado medio comprende también
- 45 un medio para formar un árbol de macrodiversidad de las rutas por medio de la información de topología obtenida, un medio para seleccionar el Nodo B o los Nodos B (104) y/o el RNC (102; 112) y/u otro nodo o nodos provisto o provistos de DHO, lo que resultan en la mejor métrica acumulada para todos los flujos de datos potenciales entre el RNC y su Nodo B o Nodos B conectado o conectados en el árbol de rutas de macrodiversidad, como el nodo o los nodos de DHO, y otros medios para:
- 50 - comprobar que no se excede el retardo permitido máximo para un camino de datos para cada uno o más de los nodo o nodos de DHO utilizando al menos una métrica de coste genérico y una métrica de retardo de la información de topología, y
- 55 si se ha excedido el retardo permitido máximo,
- un medio para llevar a cabo un procedimiento de reducción del retardo hasta que no se excede el retardo permitido máximo, donde el medio para llevar a cabo un procedimiento de reducción del retardo comprende un medio para eliminar nodos provistos de macrodiversidad ya seleccionados.
- 60 27. El RNC de acuerdo con la reivindicación 26, en el que la información de topología comprende también para cada nodo no provisto de DHO en la información de topología una indicación del nodo provisto de DHO más cercano.
28. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-27, en el que el medio para formar el árbol de macrodiversidad comprende un medio para:

- 5 - identificar nodos de bifurcación en el citado árbol de rutas, y un medio para identificar las interconexiones relativas de los citados nodos de bifurcación y las conexiones a los Nodos B y el RNC de los citados nodos de bifurcación.
29. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-28, en el que la al menos una métrica comprende una métrica de retardo y una métrica de coste genérico y en el que el medio para seleccionar el Nodo o los Nodos de DHO con la mejor métrica acumulada comprende un medio para:
- 10 - seleccionar el nodo o los nodos de DHO resultante o resultantes en el menor coste acumulado para todos los flujos de datos potenciales entre el RNC y su Nodo B o Nodos B conectado o conectados en el árbol de macrodiversidad, como el nodo o los nodos de DHO, si el coste acumulado es substancialmente el mismo para dos nodos de DHO potenciales, un medio para seleccionar como el nodo de DHO el nodo de DHO potencial que resulta en la menor métrica de retardo acumulada para todos los flujos de datos potenciales entre el RNC y su Nodo B o Nodos B conectado o conectados en el árbol de macrodiversidad.
- 15 30. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-28, en el que la al menos una métrica comprende un coste genérico.
- 20 31. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-28, en el que la al menos una métrica comprende una métrica de retardo.
- 25 32. El RNC de acuerdo con la reivindicación 31, en el que el RNC comprende el otro medio para combinar la métrica de retardo con la medición de sincronización del nodo con el fin de determinar si se excede el retardo máximo.
- 30 33. El RNC de acuerdo con cualquiera de los métodos 26-27, en el que la al menos una métrica comprende una métrica de retardo y una métrica de coste genérico y el medio para seleccionar el nodo o los nodos de DHO con la mejor métrica acumulada comprende el otro medio para
- 35 - seleccionar tentativamente un nodo de DHO,
- comprobar si el retardo de un flujo de datos potenciales entre el RNC y uno de sus Nodos B conectados excedería un retardo permitido máximo si fuese a atravesar el nodo de DHO seleccionado tentativamente, y un medio para seleccionar el nodo de DHO seleccionado tentativamente como un nodo de DHO para el citado flujo de datos potencial si no se excede el citado retardo permitido máximo.
34. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-33, en el que la información de topología se obtiene mediante operaciones de gestión manual o semiautomática en el RNC.
- 40 35. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-33, en el que la información de topología se obtiene por medio de un protocolo de encaminamiento del estado del enlace utilizado en la red de transporte.
- 45 36. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-33, en el que la información de topología se obtiene utilizando un mecanismo de seguimiento de ruta que permite que el RNC descubra la ruta de salto a salto para cada Nodo B.
37. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 26-33, en el que la información de topología se obtiene obteniendo la información de topología del RNC en la red.
- 50 38. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas 26-37, en el que el RNC comprende el otro medio para:
- 55 - preparar un mensaje de señalización relativo a DHO para ser llevado a un Nodo del árbol de DHO que es un nodo que es o está planeado para ser una parte de un árbol de macrodiversidad,
- incluir en el mensaje de señalización una o más direcciones de capa de transporte y uno o más parámetros de referencia de portador de transporte con el fin de dirigir uno o más flujos de datos de nodos inter-árbol de DHO del árbol de macrodiversidad, y un medio para
- enviar el citado mensaje de señalización al citado Nodo del árbol de DHO con el fin de proporcionar instrucciones relativas a DHO al citado nodo del árbol de DHO.
- 60 39. El RNC de acuerdo con la reivindicación 38, en el que el medio para incluir comprende el otro medio para reemplazar la dirección de la capa de transporte y el parámetro de referencia del portador de transporte de un RNC mediante la dirección de la capa de transporte y el parámetro de referencia del portador de transporte de un nodo del árbol de DHO que está jerárquicamente más alto que el citado nodo del árbol de DHO en un mensaje de

señalización regular enviado al citado nodo del árbol de DHO con el fin de dirigir un flujo de datos entre el citado nodo del árbol de DHO y el citado nodo del árbol de DHO más alto en la jerarquía de nodos del árbol de DHO.

- 5 40. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 38-39, en el que el medio para incluir comprende el otro medio para incluir una o más direcciones de la capa de transporte y uno o más parámetros del portador de transporte de uno o más nodo o nodos del árbol de DHO que está o están jerárquicamente más abajo que el citado nodo del árbol de DHO en un mensaje de señalización enviado al citado nodo del árbol de DHO con el fin de dirigir uno o más flujos de datos entre el citado nodo del árbol de DHO y el citado nodo o nodos del árbol de DHO más bajo o más bajos en la jerarquía del árbol de nodos de DHO.
- 10 41. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 38-40, en el que las citadas direcciones de la capa de transporte son direcciones de IP y los citados parámetros de referencia del portador de transporte son puertos de UDP.
- 15 42. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 28-40, en el que las citadas direcciones de la capa de transporte son direcciones de ATM y los citados parámetros de referencia del portador de transporte son parámetros SUGR.
- 20 43. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 38-42, que comprende también un medio para incluir en el mensaje de señalización indicaciones de Quality of Service (QoS – Calidad de Servicio) para el flujo o los flujos de datos a los cuales va dirigido.
- 25 44. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 38-43, que comprende también un medio para incluir parámetros de temporización en el mensaje de señalización que se va a usar en el procedimiento de combinación del enlace ascendente en el nodo del árbol de DHO que recibe el citado mensaje de señalización.
- 30 45. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 38-44, que comprende también un medio para incluir una indicación de tiempo en el mensaje de señalización indicando cuándo van a ser llevadas a cabo las correspondientes instrucciones en el mensaje de señalización en el nodo del árbol de DHO que recibe el citado mensaje de señalización.
- 35 46. El RNC de acuerdo con la reivindicación 45, en el que la citada indicación de tiempo es un número de trama de conexión, CFN (Connection Frame Number), perteneciente a un Protocolo de Trama de Canal Dedicado, DCH FP (Dedicated Channel Frame Protocol), en una Red de Acceso por Radio Terrestre de UMTS, UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network).
47. El RNC de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 38-46, en el que el citado mensaje de señalización es un mensaje de Parte de Aplicación del Nodo B, NBAP (Node B Application Part).

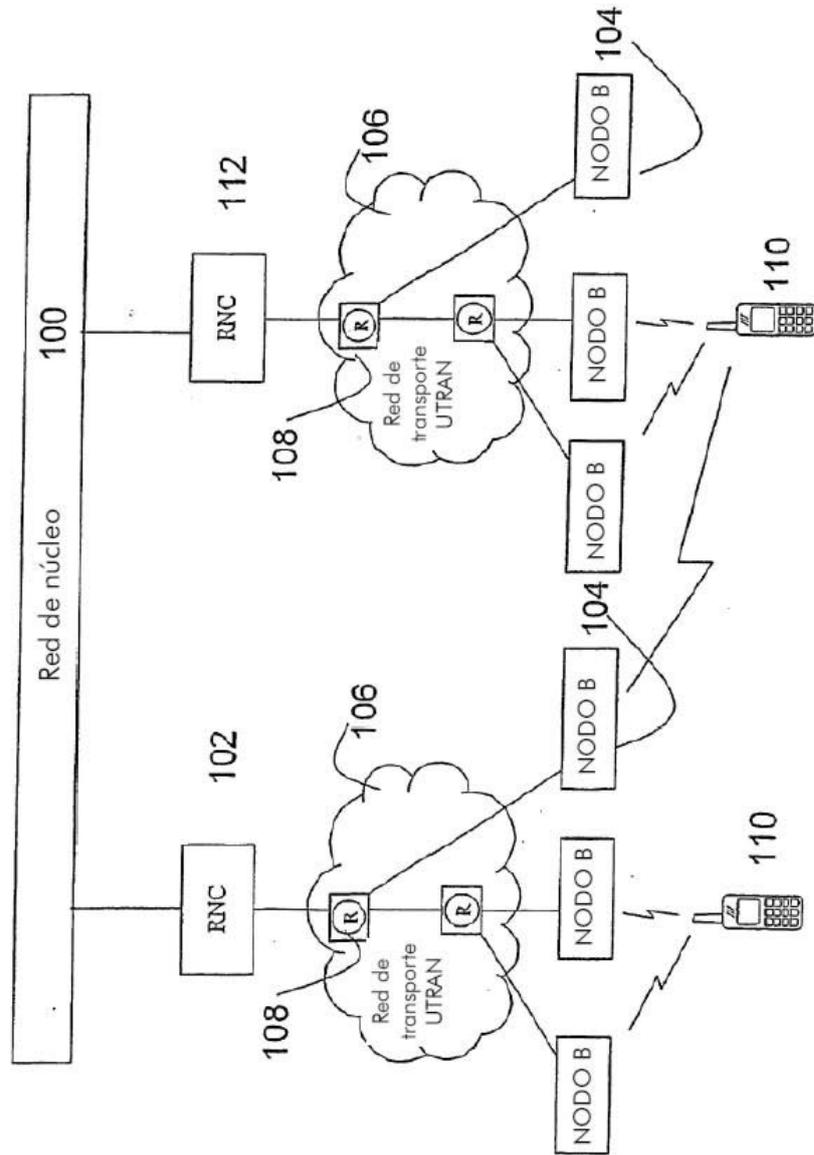


Fig. 1

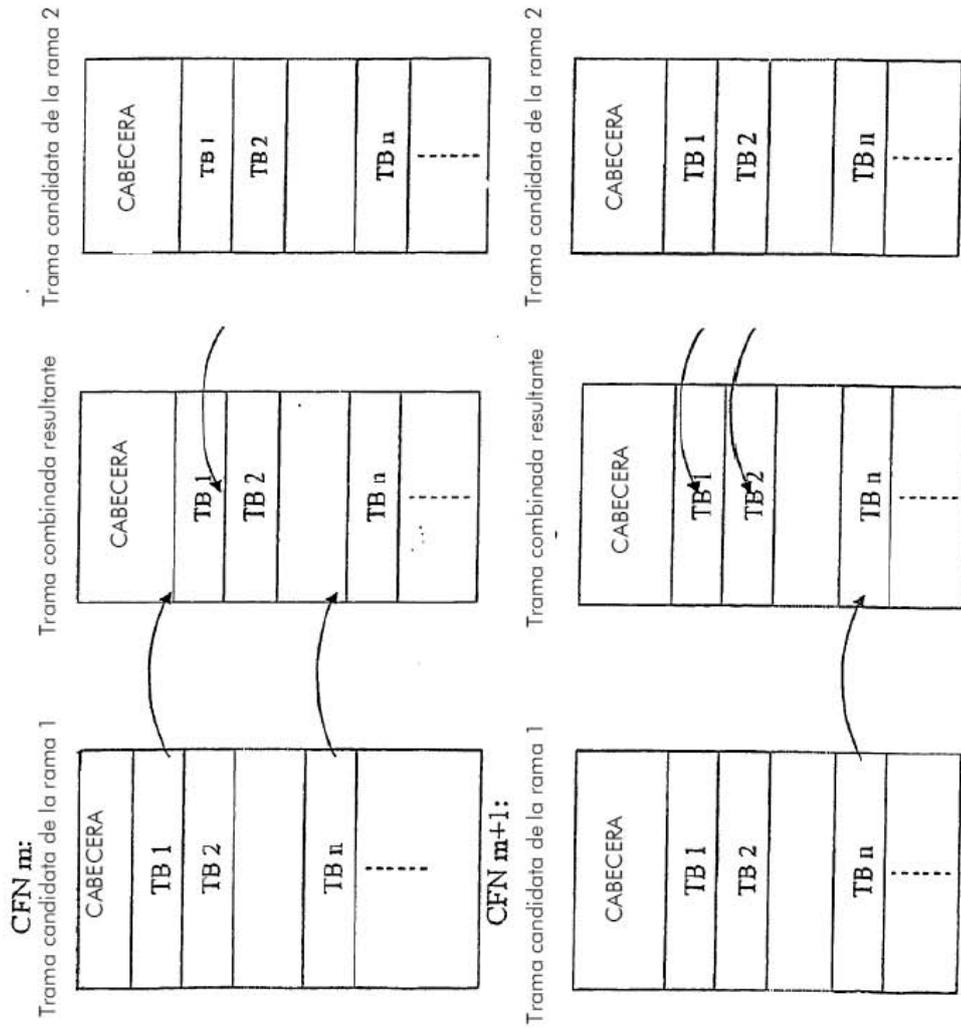


Fig. 2

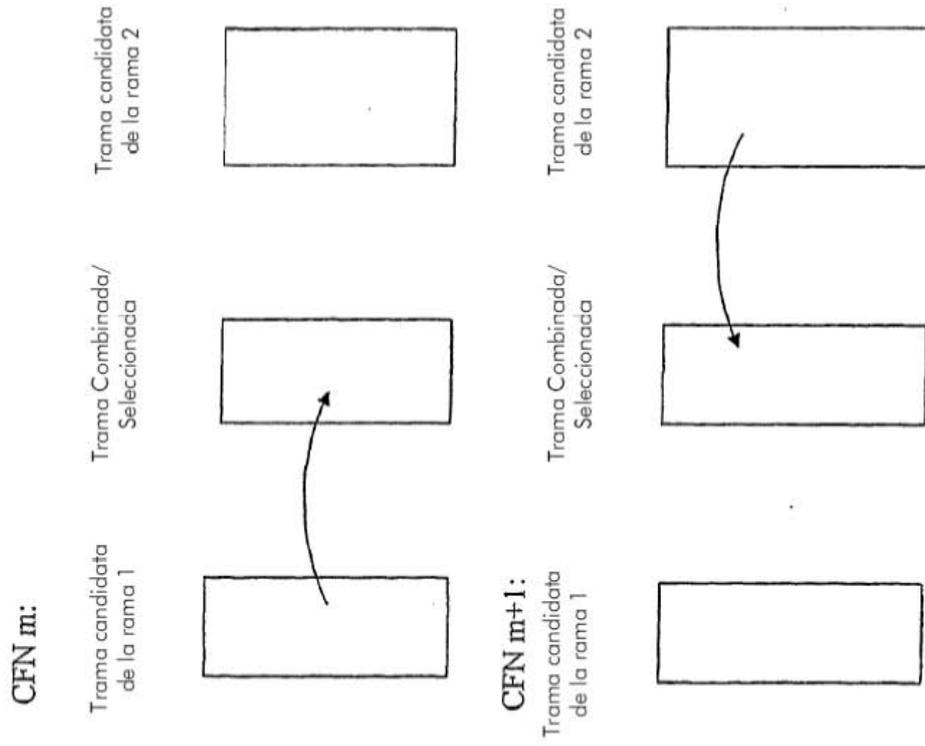


Fig. 3

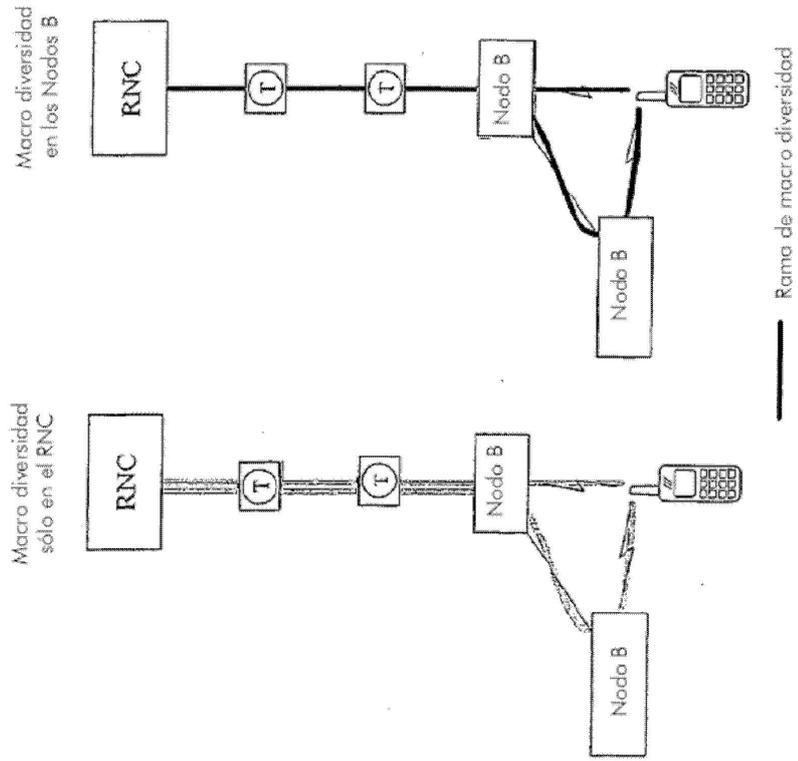


Fig. 4

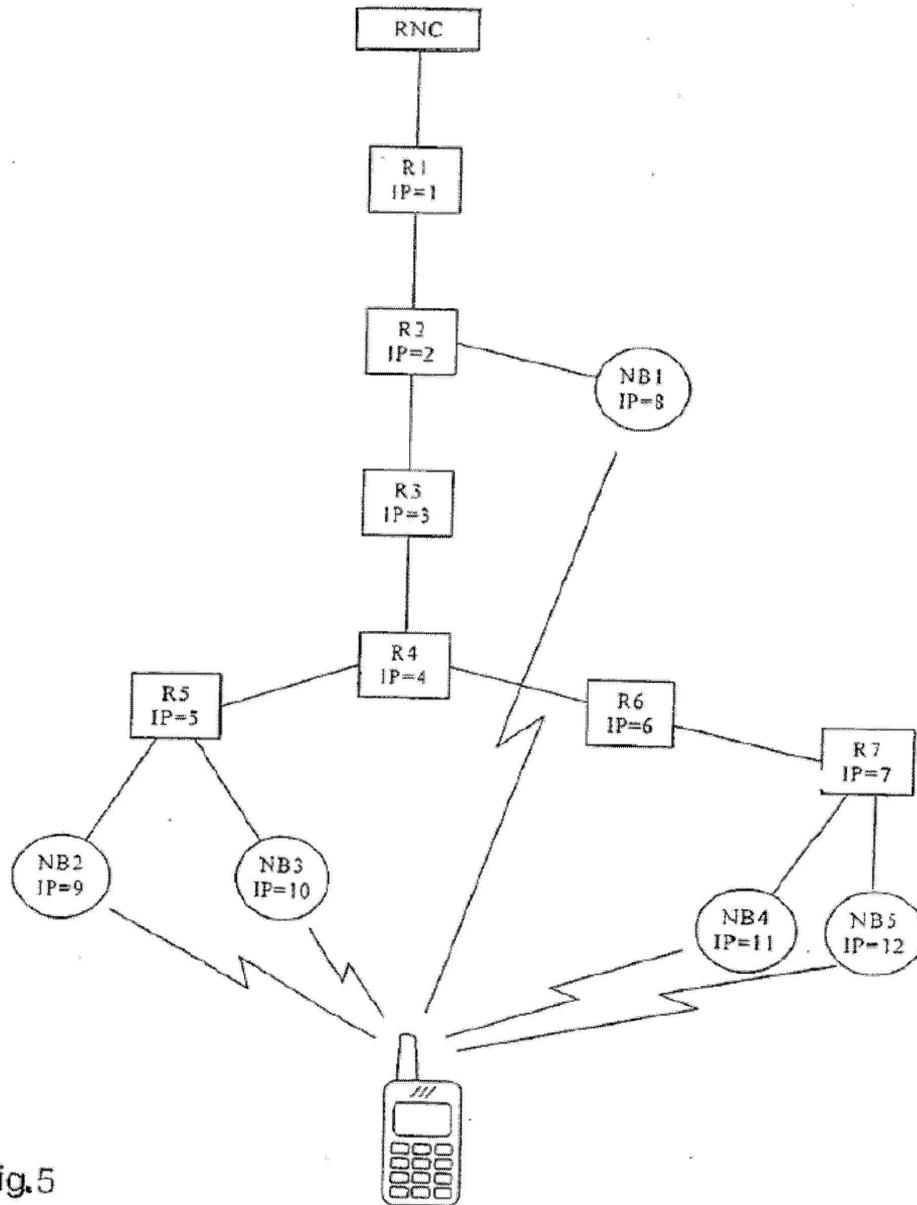


Fig.5

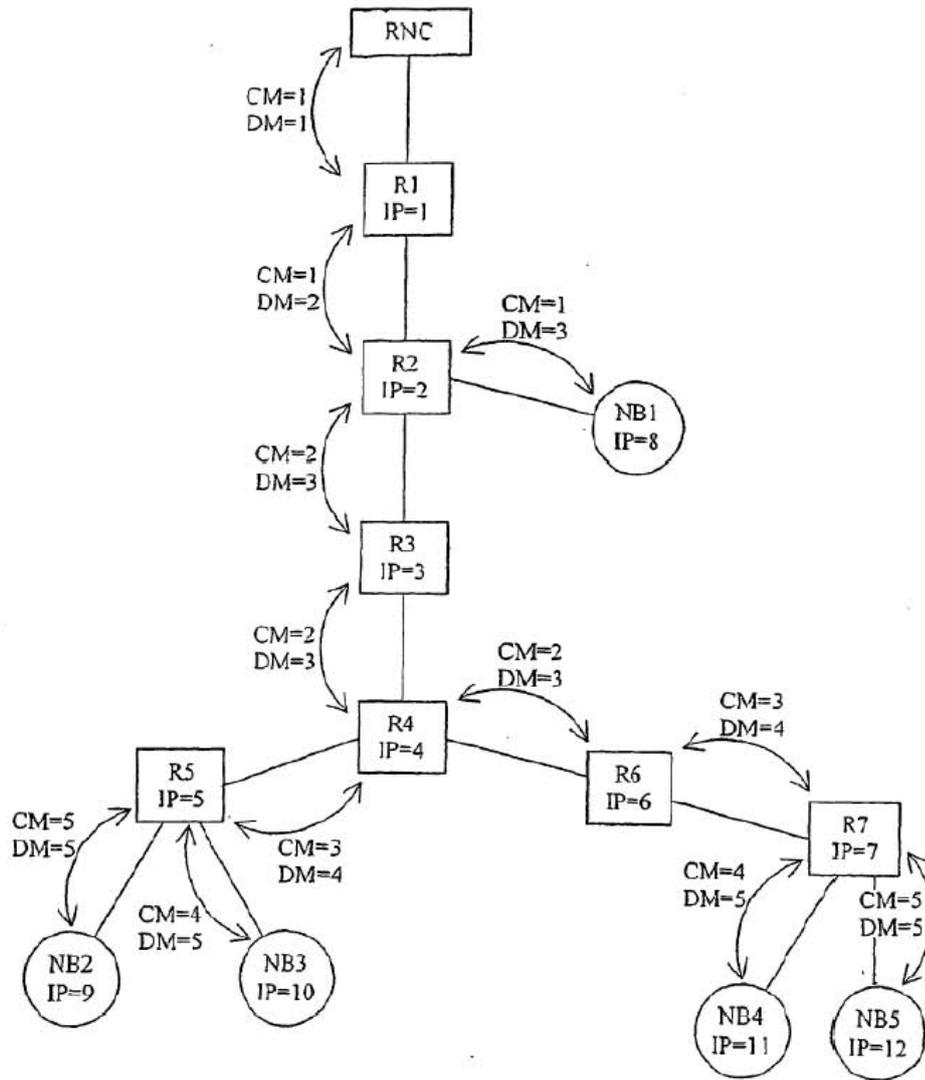


Fig. 6

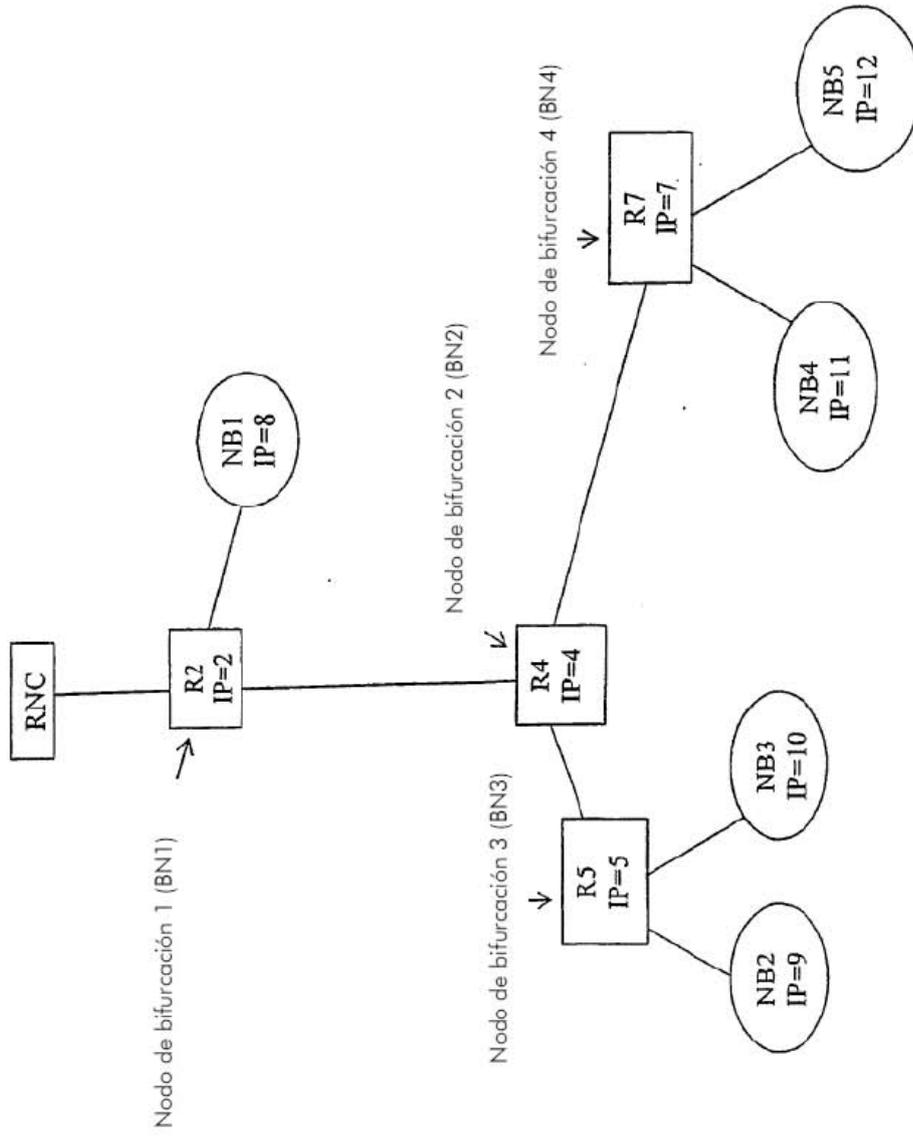


Fig. 7

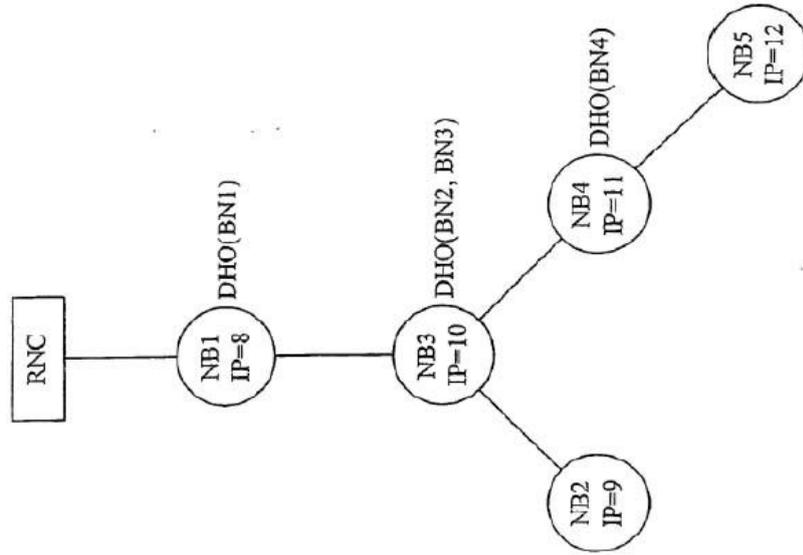


Fig. 8

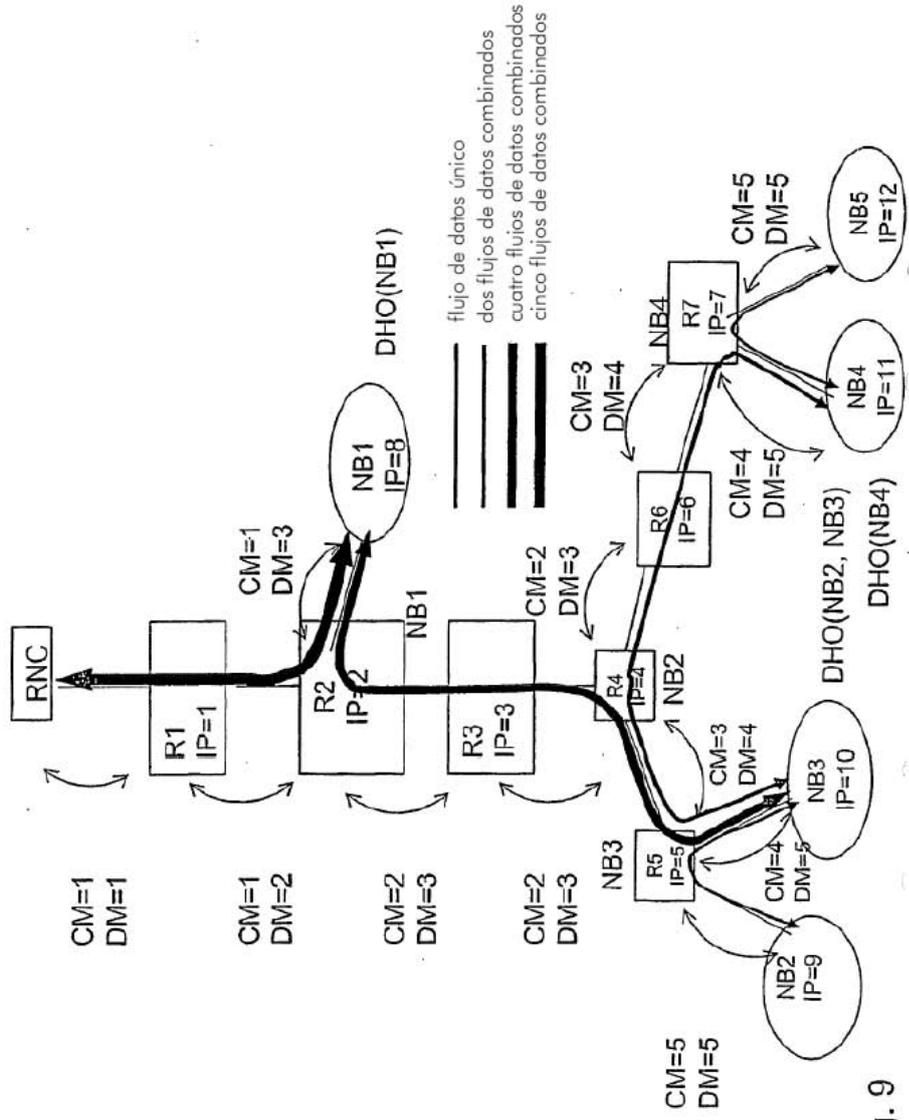


Fig. 9

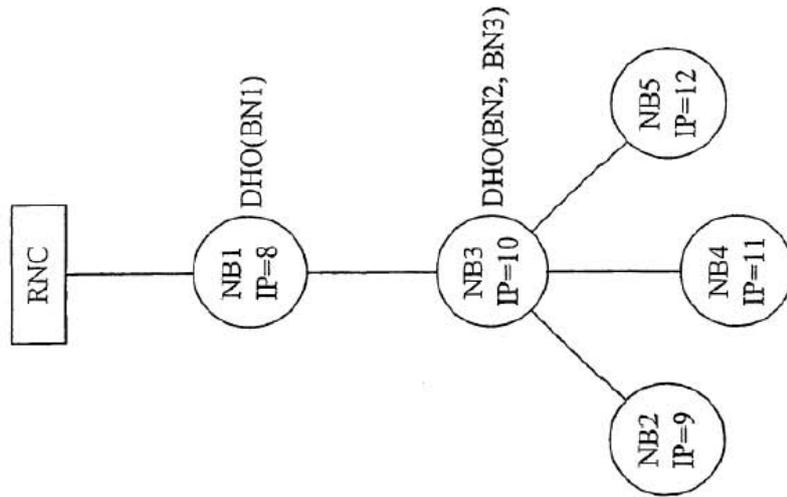


Fig. 10

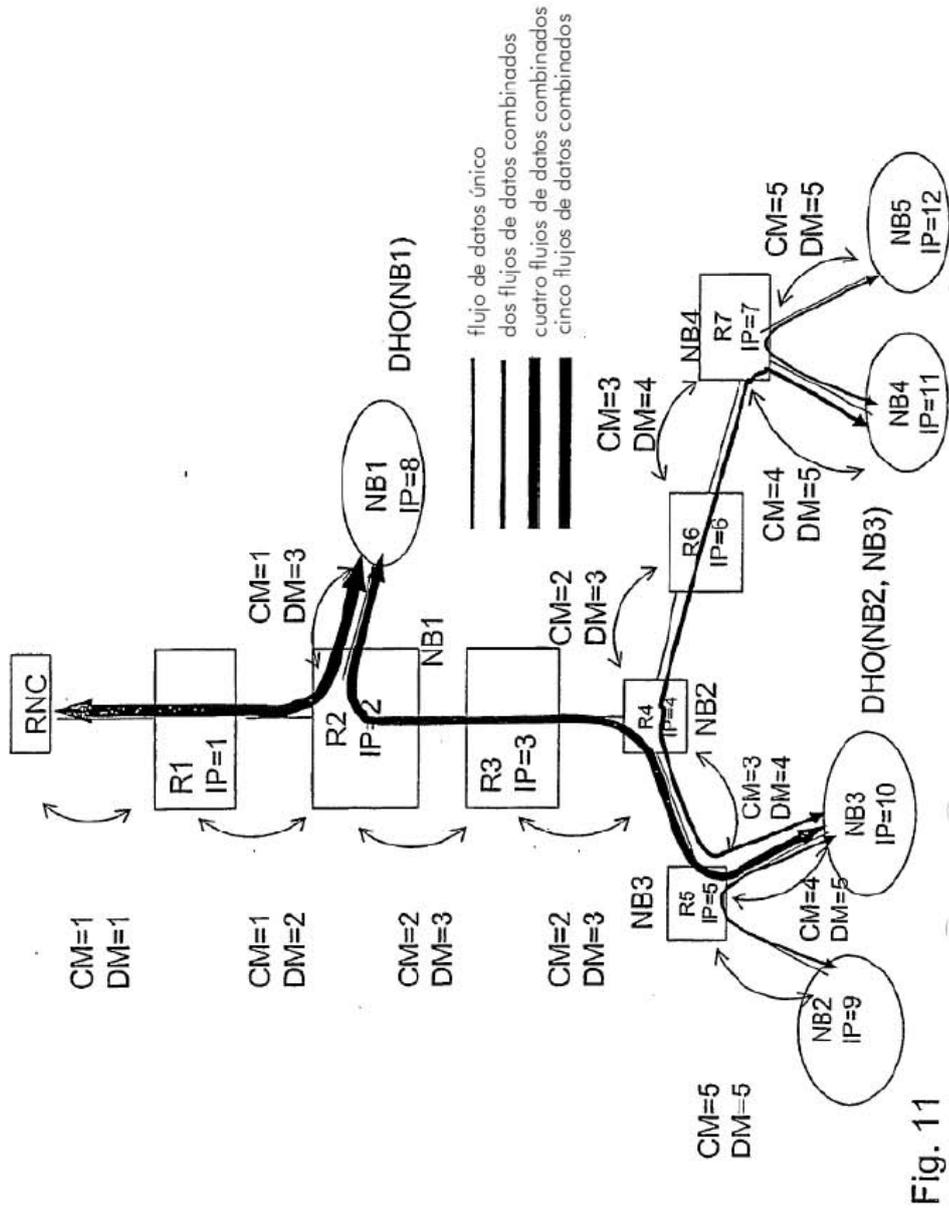


Fig. 11

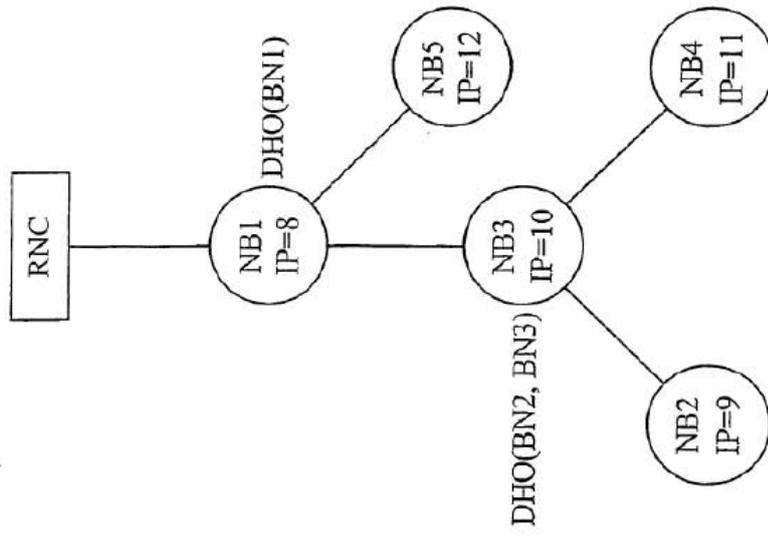


Fig. 12

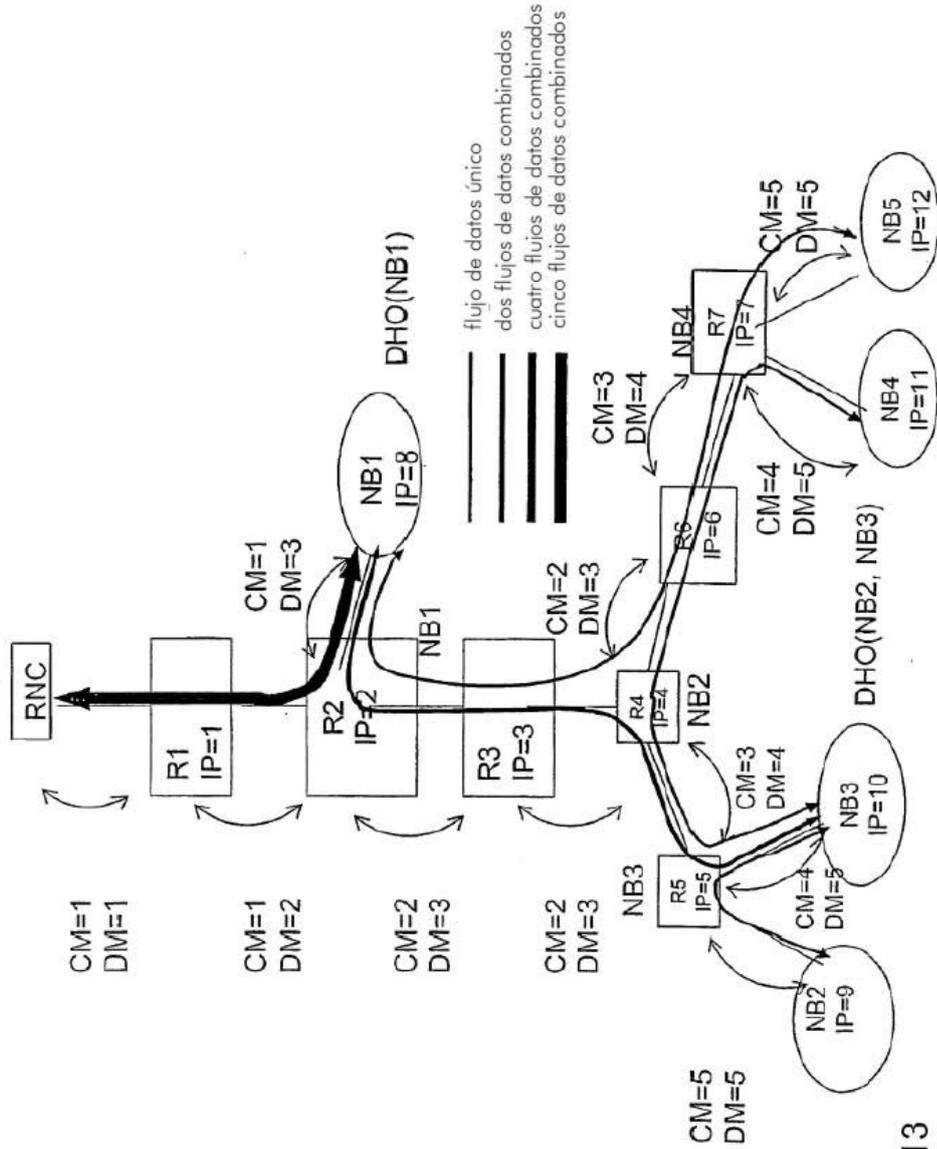


Fig. 13

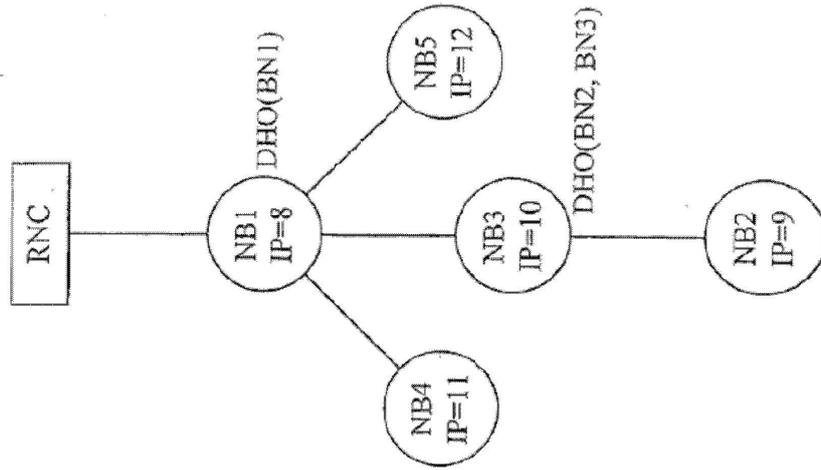


Fig. 14

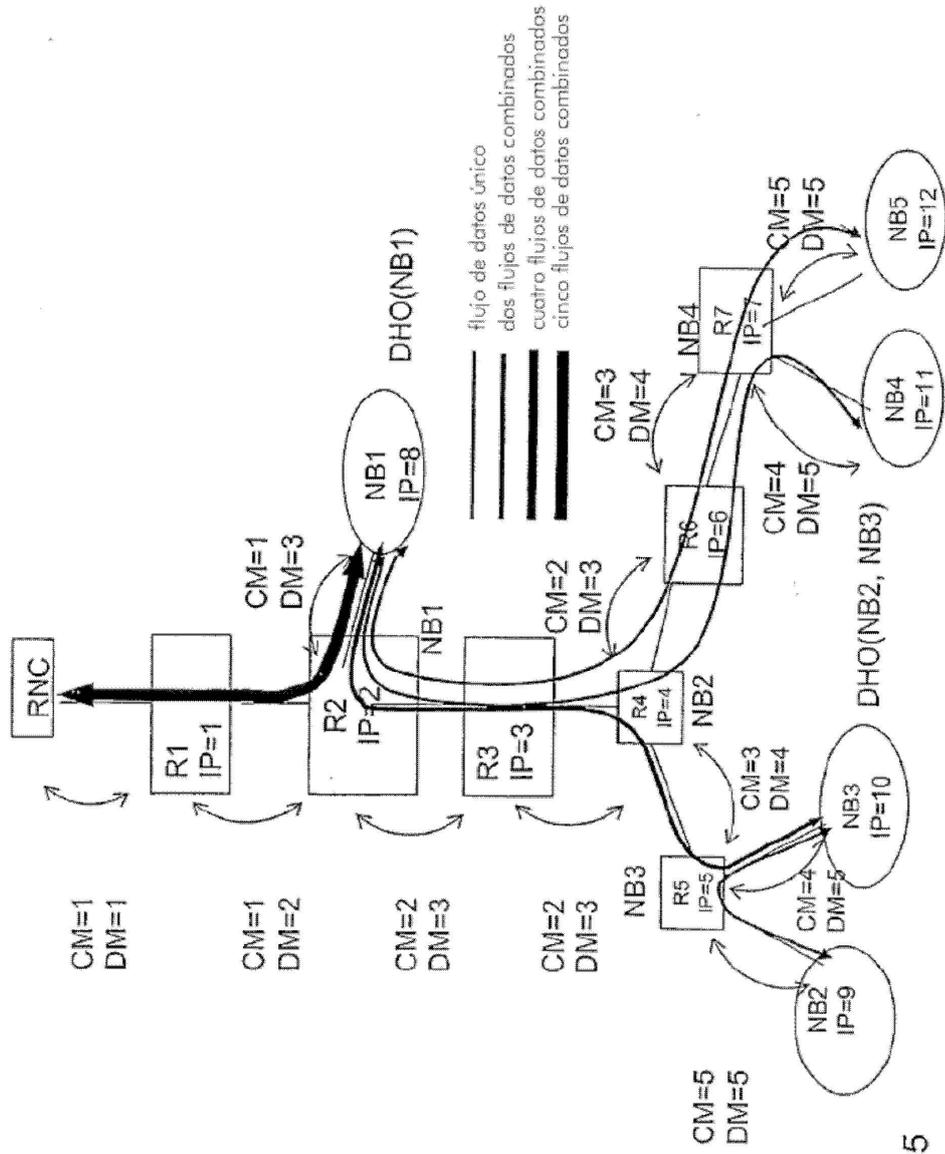


Fig.15

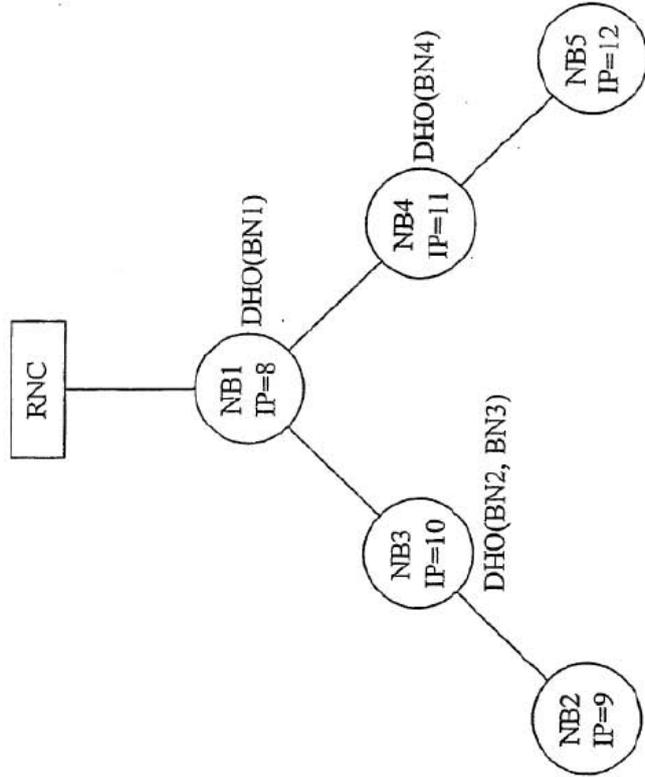


Fig. 16

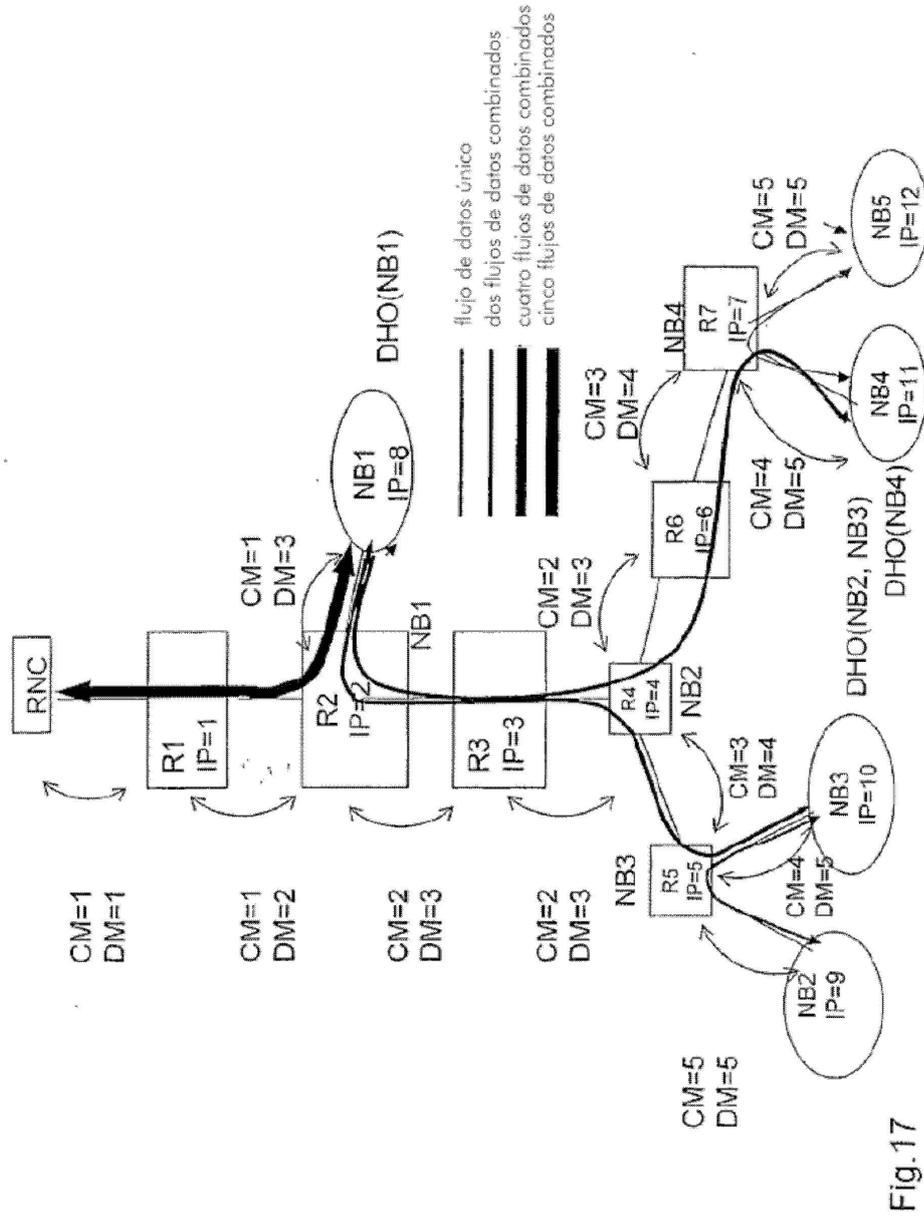


Fig.17

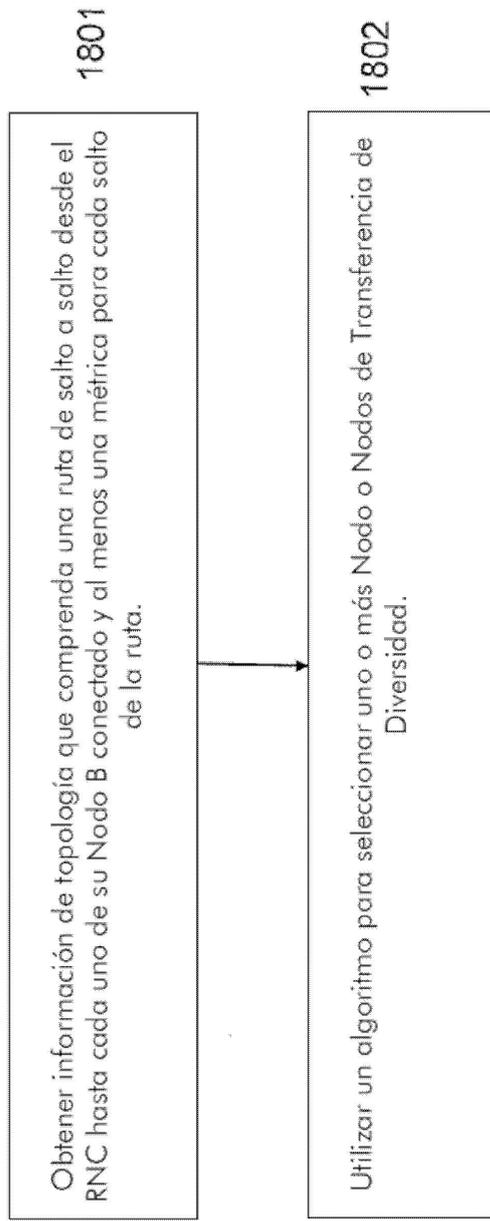


Fig. 18