



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 292 768**

51 Int. Cl.:

H04Q 7/38 (2006.01)

H04Q 11/04 (2006.01)

H04B 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02738431 .2**

86 Fecha de presentación : **14.06.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1506682**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2005**

54 Título: **Método y nodo de red para seleccionar un punto de combinación.**

30 Prioridad: **08.05.2002 WO PCT/IB02/01606**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **Nokia Corporation**
Keilalahdentie 4
02150 Espoo, FI

72 Inventor/es: **Tang, Haitao y**
Lakkakorpi, Jani

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y nodo de red para seleccionar un punto de combinación.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método y a un nodo de red para seleccionar un punto de combinación, por ejemplo, un punto de Combinación de Macrodiversidad (MDC), en el cual por lo menos dos vías de transmisión redundantes se combinan en una única vía de transmisión en una red de transmisión, tal como una red de acceso de radiocomunicaciones (RAN) que proporciona acceso a una arquitectura de red basada en el Protocolo de Internet (IP),
10 que comprende por lo menos dos puntos de combinación seleccionables.

Antecedentes de la invención

15 En una red celular basada en el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA) todos los usuarios de la misma célula o de células diferentes pueden compartir simultáneamente el mismo espectro de frecuencias. En la transmisión por espectro ensanchado, la tolerancia a las interferencias permite la reutilización universal de frecuencias. Esta situación permite funciones nuevas tales como los traspasos uniformes, aunque también provoca requisitos estrictos sobre el control de potencia. Debido a la reutilización universal de frecuencias, la conexión de un terminal de radiocomunicaciones, por ejemplo, un terminal móvil, una estación móvil o un equipo de usuario, con la red celular puede incluir varios enlaces de radiocomunicaciones. Cuando el terminal de radiocomunicaciones se conecta a través de más de un enlace de radiocomunicaciones, se dice que el mismo se encuentra en traspaso uniforme. En particular, si el terminal de radiocomunicaciones tiene más de un enlace de radiocomunicaciones con dos células en el mismo lado, dicho terminal se encuentra en un traspaso más uniforme. El traspaso uniforme es una forma de diversidad, que
20 incrementa la relación señal/ruido cuando la potencia de transmisión es constante. En el nivel de la red, un traspaso uniforme suaviza el movimiento de un terminal móvil de una célula a otra. El mismo ayuda a minimizar la potencia de transmisión necesaria tanto en el enlace ascendente como en el enlace descendente.

De este modo, un terminal de radiocomunicaciones de un abonado de red puede transmitir la misma información sobre una pluralidad de partes de transmisión redundantes que se establecen en paralelo a través de una interfaz de transmisión de radiocomunicaciones desde la red celular al terminal de radiocomunicaciones o desde el terminal de radiocomunicaciones a la red celular para lograr una calidad de transmisión óptima. A dicha estructura de transmisión se le denomina macrodiversidad. Las vías de transmisión redundantes se pueden establecer y liberar dinámicamente mientras el terminal de radiocomunicaciones varía su ubicación. La información enviada hacia fuera por el terminal de radiocomunicaciones en las tramas de transmisión sobre varias vías de transmisión se puede fundir en la red de transmisión en puntos de combinación en los cuales dos vías de transmisión se combinan respectivamente en una única vía de transmisión en una dirección de transmisión (enlace ascendente) y la vía de transmisión única se divide en dos vías de transmisión en la otra dirección de transmisión (enlace descendente). En el documento US 6.198.737 B1 se describe por ejemplo una arquitectura de red correspondiente.
30

Para obtener la arquitectura RAN más eficaz, la cual se basa en el uso de características ventajosas del IP, entre elementos de red se reubica cierta funcionalidad. Según una arquitectura RAN nueva reciente, ya no se requiere un elemento de red conocido como Controlador de Estaciones Base (BSC) o Controlador de Red de Radiocomunicaciones (RNC), aunque esta funcionalidad debe seguir existiendo en la arquitectura RAN. Por esta razón, la ubicación de un punto de combinación, por ejemplo, un punto MDC, ya no se puede centralizar para todas las estaciones base de la RAN. Consecuentemente, se ha transferido cierta funcionalidad RNC hacia las estaciones base para permitir que el traspaso uniforme y la señalización asociada se produzcan a lo largo de la vía más corta, generando un retardo y una carga de señalización mínimos sobre aquellas vías de la red en las que no es necesario dicho flujo. Esta arquitectura RAN nueva se describe, por ejemplo, en el Libro Blanco "IP-RAN, IP - the future of mobility", Nokia Networks,
35 2000.

En dicha arquitectura RAN nueva, el punto MDC lo puede seleccionar dinámicamente, por ejemplo, una estación base de servicio en lugar de disponer esta funcionalidad en un punto preseleccionado tal como el RNC en la arquitectura RAN convencional o en la estación base que inicia la llamada. En la arquitectura RAN nueva, las estaciones base pueden actuar como puntos MDC. No obstante, debería ser posible limitar este conjunto con vistas a reducir el número de reubicaciones del punto MDC, las cuales introducen un retardo adicional, es decir, si es necesario únicamente algunas estaciones base pueden actuar como puntos MDC. A dichas estaciones base se les denomina estaciones base con capacidad MDC o simplemente estaciones BTS con capacidad MDC.
40

No obstante, si como punto MDC para las estaciones base que participan en el traspaso uniforme se selecciona siempre la primera estación base común del flujo ascendente, es decir, la estación base más próxima a la pasarela de la red de radiocomunicaciones sobre la vía común que va desde una estación base de servicio hacia cualquier estación base de deriva, la carga de procesamiento del punto MDC podría resultar demasiado elevada y los recursos de la red no se optimizan. Por otra parte, es posible que se desee realizar un equilibrado de la carga del enlace seleccionando como
45 punto MDC una estación base más adecuada.

Sumario de la invención

Por lo tanto, uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar un método y un nodo de red para seleccionar un punto de combinación en una red de transmisión, por medio de los cuales se puede reducir la carga en el punto de combinación y se puede alcanzar una utilización más eficaz de la red.

Este objetivo se alcanza con un método de selección de un punto de combinación en el cual por lo menos dos vías de transmisión redundantes se combinan en una única vía de transmisión en una red de transmisiones que comprende por lo menos dos puntos de combinación seleccionables, comprendiendo dicho método las etapas en las que:

se usan por lo menos dos criterios de selección basados en mediciones para seleccionar dicho punto de combinación;

se asignan prioridades diferentes a dichos por lo menos dos criterios de selección; y

se usa el resultado de la selección de un criterio de selección con una prioridad más alta como restricción para una selección basada en un criterio de selección con una prioridad inferior.

Además, el objetivo anterior se alcanza con un nodo de red para seleccionar un punto de combinación en el cual por lo menos dos vías de transmisión redundantes se combinan en una única vía de transmisión en una red de transmisión que comprende por lo menos dos puntos de combinación seleccionables, estando dispuesto dicho nodo de red para usar por lo menos dos criterios de selección basados en mediciones con prioridades diferentes para seleccionar dicho punto de combinación, y para usar el resultado de la selección de un criterio de selección con una prioridad más alta como restricción para una selección basada en un criterio de selección de prioridad inferior.

Por consiguiente, la ubicación del punto de combinación se optimiza basándose en una funcionalidad de consecución de metas, por ejemplo, un método preferido, el cual funciona de tal manera que se busca una solución óptima para una meta de la prioridad más alta y esta solución se añade como restricción nueva para metas de prioridad inferior. Si la solución para una meta de prioridad superior deriva en un único punto de combinación, puede que no haya que considerar las metas de prioridad inferior. Dicho método preferido resulta ventajoso por cuanto siempre da como resultado un valor óptimo para la meta de prioridad más alta. Por otra parte, se requiere únicamente una decisión referente al orden de prioridad de las diferentes metas disponibles, aunque no es necesario determinar factores de ponderación. De este modo, se pueden obtener retardos menores para el tráfico MDC y una utilización más eficaz de la red gracias a la ubicación optimizada del punto de combinación.

Preferentemente, los por lo menos dos criterios de selección comprenden un criterio de selección aplicado a longitudes o cargas medidas de las por lo menos dos vías de transmisión redundantes y/o la vía de transmisión única. Además, los por lo menos dos criterios de selección pueden comprender un criterio de selección aplicado a cargas de procesamiento medidas de los puntos de combinación seleccionables. En particular, los por lo menos dos criterios de selección pueden comprender un primer criterio de minimización de la longitud máxima de las por lo menos dos vías de transmisión redundantes, un segundo criterio de minimización de la longitud total máxima de las por lo menos dos vías de transmisión redundantes y la vía de transmisión única, un tercer criterio de minimización de la carga de tráfico máxima sobre las por lo menos dos vías de transmisión redundantes y la vía de transmisión única, y un cuarto criterio de minimización de la carga de procesamiento del punto de combinación. La longitud máxima y la longitud total máxima se pueden determinar mediante el recuento de saltos de dichas vías de transmisión única y redundante, respectivamente. Además, se puede asignar la prioridad más alta al primer criterio, la segunda prioridad más alta al segundo criterio, la tercera prioridad más alta al tercer criterio, y la prioridad más baja al cuarto criterio. El tercer criterio se puede aplicar monitorizando y actualizando cargas de tráfico de tiempo real con el uso de una función de promediado, por ejemplo, una función de promediado exponencial.

De este modo, en la selección del punto de combinación óptimo se acentúa el papel de las mediciones de carga, usadas para medir tanto cargas de los enlaces como cargas de procesamiento de punto de combinación. Esta situación proporciona la ventaja de que se pueden equilibrar tanto las cargas de los enlaces como las cargas de procesamiento de combinación seleccionando el punto de combinación óptimo.

Los resultados de las mediciones de las cargas se pueden transmitir mutuamente entre los por lo menos dos puntos de combinación seleccionables a intervalos predeterminados. Alternativamente, los resultados de las mediciones de cargas o informes de cargas se pueden transmitir desde los por lo menos dos puntos de combinación seleccionables hacia un recurso centralizado, el cual distribuirá la información de carga hacia todos los puntos de combinación posibles a intervalos predeterminados. Como alternativa adicional, los informes de carga se pueden transmitir desde los por lo menos dos puntos de combinación seleccionables directamente hacia la totalidad del resto de puntos de combinación posibles a intervalos predeterminados sin ninguna intervención de un recurso centralizado. En relación con esto, la expresión resultados de mediciones de carga hace referencia a "datos sin procesar" a partir de estadísticas de encaminadores mientras que el informe de carga contiene información ya procesada.

Además, se pueden fijar umbrales de carga máxima para que sean tenidos en cuenta durante la selección de un punto de combinación. El umbral de carga de tiempo real máxima puede definir la carga de tiempo real permisible máxima sobre enlaces usados de las por lo menos dos vías de transmisión redundantes y otros umbrales de carga (clase

x) pueden definir la carga permisible máxima para diferentes tipos de tráfico (por ejemplo, flujo continuo) sobre la vía de transmisión única. Además, se puede proporcionar un umbral de carga máxima para definir la carga de procesamiento permisible máxima en el punto de combinación seleccionado.

5 Si los valores de medición requeridos no están disponibles se puede eludir un criterio de selección.

Si el método de selección no conduce a una selección de un punto de combinación, de entre las por lo menos dos vías de transmisión redundantes se puede descartar una vía de transmisión redundante. Finalmente, si solamente queda una vía de transmisión redundante y el método sigue sin derivar en una selección de un punto de combinación, la llamada correspondiente puede invocar a una de entre algunas acciones todavía no prescritas. Por ejemplo, las acciones posibles pueden ser (1) el uso de la estación base restante en el conjunto activo de la llamada en curso como la BTS de servicio nueva o (2) el mantenimiento del punto MDC actual de la llamada en curso sin variaciones o (3) el rechazo en su totalidad de la llamada nueva (la expresión llamada nueva significa que la conexión todavía no se ha establecido).

15 El método de selección se puede usar después de un cambio de la topología de la red.

El punto de combinación puede ser un punto MDC, si el método de selección se usa en una red de acceso de radio-comunicaciones universal para proporcionar acceso a una red basada en IP. En este caso, los puntos de combinación seleccionables pueden ser dispositivos de estaciones base. El nodo de red destinado a realizar el método de selección puede ser, por ejemplo, un dispositivo de estación base o un dispositivo centralizado de gestión de recursos.

Adicionalmente, se puede aplicar una funcionalidad de comprobación de validez del punto de combinación, en la que un punto de combinación seleccionado anteriormente se mantiene si el punto de combinación seleccionado anteriormente por lo menos cumple todavía los por lo menos dos criterios de selección basados en mediciones. La funcionalidad de comprobación se puede modificar de tal manera que se aplique un criterio de selección más estricto al punto de combinación seleccionado anteriormente. Como ejemplo, el por lo menos un criterio de selección más estricto se puede corresponder con el 90% de un valor de umbral de carga aplicado al punto de combinación seleccionado anteriormente.

Además, se puede proporcionar un esquema auxiliar de selección del MDC en relación con inconsistencias en la información de topologías en o para un módulo MDC, en el que se detecte una inconsistencia en las topologías, y durante la inconsistencia detectada en la topología se evitan reubicaciones del punto de combinación. En este caso, en respuesta a la detección se puede poner en marcha, por ejemplo, una función de temporizador, y a continuación después de la expiración de la función de temporizador se permiten nuevamente las reubicaciones.

Se puede determinar un subconjunto de nodos capaces de ser seleccionados como punto de combinación en la etapa de selección, por ejemplo, basándose en la topología de dicha red de transmisión. Esta determinación se puede repetir después de un cambio de la topología de la red. El subconjunto de nodos con capacidad de selección se pueden seleccionar basándose en su número de enlaces que conectan con otros nodos, por ejemplo, se seleccionan aquellos nodos que disponen de un número predeterminado de enlaces, por ejemplo, dos enlaces, o más.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá más detalladamente la presente invención basándose en una de las formas de realización preferidas y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la Fig. 1 muestra un diagrama esquemático de una topología de una red de acceso de radiocomunicaciones en la cual se puede implementar la presente invención;

la Fig. 2 muestra un diagrama de flujo que indica un método de selección según la forma de realización preferida de la presente invención;

la Fig. 3 muestra un algoritmo para un primer criterio de selección según la forma de realización preferida;

la Fig. 4 muestra un algoritmo para un segundo criterio de selección según la forma de realización preferida;

la Fig. 5 muestra un algoritmo para un tercer criterio de selección según la forma de realización preferida;

la Fig. 6 muestra un algoritmo para un cuarto criterio de selección según la forma de realización preferida;

la Fig. 7 muestra una tabla que indica cargas de procesamiento de combinación y cargas de tráfico de tiempo real según un ejemplo de una implementación específica;

la Fig. 8 muestra un algoritmo correspondiente a una función de comprobación de validez;

la Fig. 9 muestra una mejora del diagrama de flujo de la Fig. 2 para incorporar la función de comprobación de validez;

la Fig. 10 muestra un ejemplo específico para el algoritmo de la Fig. 9;

la Fig. 11 muestra un algoritmo para detectar una inconsistencia en la información de la topología;

la Fig. 12 muestra un algoritmo correspondiente a un subsistema auxiliar para inconsistencias en la información de la topología;

la Fig. 13 muestra un ejemplo de una primera topología RAN con un esquema de agregación de topologías; y

la Fig. 14 muestra un ejemplo de una segunda topología RAN con un esquema de agregación de topologías.

Descripción de la forma de realización preferida

A continuación se describirá la forma de realización preferida basándose en una arquitectura nueva de la red RAN para proporcionar acceso a una red IP.

Según la Fig. 1, un terminal móvil M se conecta a una RAN a través de tres vías de transmisión redundantes indicadas mediante líneas respectivas de puntos y rayas. La arquitectura RAN comprende una pluralidad de nodos de red A a J, en los que los nodos sombreados E, G y H están conectados actualmente al terminal móvil M a través de las vías de transmisión redundantes. En particular, el nodo de red H indicado con el círculo de trazo grueso se usa como excepción base de servicio, es decir, la estación base en la que finaliza el flujo continuo de datos de las interfaces de la red central, y que realiza funciones de Gestión de Recursos de Radiocomunicaciones (RRM) tales como planificación, control de potencia y similares. Por contraposición a esta última, las otras estaciones base sombreadas G y E se usan como estaciones base de deriva que proporcionan únicamente recursos y funciones de la capa L1 de radiocomunicaciones para las respectivas conexiones con el terminal móvil M.

En la topología RAN mostrada en la Fig. 1, por contraposición a las RAN convencionales, la mayoría de las funciones del antiguo controlador centralizado (RNC o BSC) se traslada a las estaciones base. En particular, todos los protocolos de la interfaz de radiocomunicaciones se hacen finalizar en las estaciones base. Las entidades que se encuentran fuera de las estaciones base son necesarias para realizar una configuración común y algunas funciones de recursos de radiocomunicaciones, o para el interfuncionamiento con estructuras heredadas, pasarelas hacia una red central, etcétera. Entre las estaciones base es necesaria una interfaz, que soporte tanto la señalización en el plano de control como el tráfico en el plano de usuario. La conectividad completa entre las entidades se puede soportar a través de una red de transporte IPv6 (Protocolo de Internet versión 6). El nodo de red A indicado mediante una doble línea circular se corresponde con una Pasarela RAN (RNGW), la cual es el punto de acceso del plano de usuario IP desde la red central basada en IP u otra RAN hacia la RAN actual. Durante un método de asignación de portadores de acceso de radiocomunicaciones, la RAN devuelve a la red central direcciones de transporte que son propiedad de la RNGW A en la que finalizará el plano de usuario. Adicionalmente, a través de la RNGW A se conectan interfaces por conmutación de paquetes y por conmutación de circuitos. La función principal de la RNGW A es una función de anclaje de micromovilidad, es decir, la conmutación del plano de usuario durante la reubicación/el traspaso de estaciones base, con vistas a ocultar la movilidad a la red central basada en IP. Gracias a esta función, no es necesario que la RNGW A ejecute ningún procesamiento de capa de red de radiocomunicaciones sobre los datos de usuario, sino que retransmite datos entre la RAN y túneles IP de la red central basada en IP. De este modo, la RNGW A es responsable de la asociación entre túneles RAN y túneles de la red central, el establecimiento y la liberación de puntos extremos de túneles, la conmutación del tráfico del plano de usuario, la retransmisión de paquetes, el establecimiento de correspondencias entre identidades ID de puntos extremos de túneles, y funciones de cortafuegos/seguridad. Debe indicarse que en la RAN se pueden proporcionar varias pasarelas RNGW para garantizar una relación flexible entre las RNGW y las estaciones base.

En la situación mostrada en la Fig. 1, como punto MDC para las conexiones con el terminal móvil M se ha seleccionado el nodo de red F. Las flechas de trazos indican los tramos MDC entre las estaciones base de servicio y de deriva H, G y E, y el punto MDC F. Además, la flecha de puntos entre el punto MDC F y la RNGW A indica la vía de transmisión única en la que se combinan las vías de transmisión redundantes. De este modo, la expresión “tramo MDC” hace referencia a la vía que va desde el punto MDC F a una de entre las estaciones base de deriva y de servicio H, G y E.

Según la forma de realización preferida, se proporciona un método basado en mediciones para seleccionar el punto MDC más adecuado entre los nodos de red, por ejemplo, las estaciones base B a J en la RAN basada en IP. Para lograr esta situación, se optimiza la ubicación del punto MDC usando una programación por metas, por ejemplo, en primer lugar minimizando la longitud máxima de tramo MDC, a continuación minimizando el recuento de saltos total de tramos MDC y las vías que van desde la RNGW A al punto MDC, a continuación minimizando la carga de tráfico de tiempo real máxima sobre enlaces usados, y finalmente minimizando la carga de procesamiento MDC en el punto MDC potencial.

Debe indicarse que la expresión “tráfico de tiempo real” se refiere a paquetes marcados con ciertos puntos de código de servicios diferenciados, por ejemplo, Reenvío Acelerado (EF), el cual indica un Comportamiento por Salto (PHB) de alta prioridad para lograr un servicio de circuito virtual de alta calidad. El término “salto” se usa para indicar una vía entre dos nodos de red, que no tiene ningún efecto significativo sobre las características de los flujos de tráfico.

ES 2 292 768 T3

De este modo, una vía de conexión entre dos nodos de red vecinos de la Fig. 1 se corresponde con un salto. El PHB es un tratamiento de reenvío externamente observable de un flujo continuo de tráfico compuesto en un nodo de red.

Las cargas de tráfico de tiempo real sobre todos los enlaces se monitorizan y actualizan usando un promediado exponencial de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{carga_tr}_i = (1 - w) * \text{carga_tr}_{i-1} + w * (\text{bits}_r / (p * \text{ab_enlace})), \quad (1)$$

en la que *bits_tr* indica el número de bits de tiempo real enviados sobre un enlace de salida, *ab_enlace* indica el ancho de banda del enlace de salida, pudiéndose obtener ambos elementos a partir de estadísticas de los encaminadores, *w* indica un factor de ponderación de promediado exponencial, y *p* indica un periodo de medición. Un valor adecuado para *p* podría ser, por ejemplo, 500 ms. El valor de *w* depende del tiempo de reacción deseado a los cambios en las cargas de los enlaces, por ejemplo, *w* = 0,5. A la totalidad del resto de cargas de enlaces pertinentes se les puede aplicar un mecanismo de promediado similar.

Además, se podrían monitorizar para cada estación base la relación de conexiones MDC en curso y el número máximo de conexiones MDC. Los valores de umbral correspondientes pueden variar considerablemente entre estaciones base diferentes. Por ejemplo, las puntas de una estrella deberían poder gestionar más conexiones MDC que una estación base al final de una cadena. En este caso, en lugar del promediado exponencial mencionado podrían usarse valores instantáneos.

El número de conexiones MDC que se ejecutan en una estación base específica y la información de carga de tráfico sobre todos los enlaces unidos directamente a esta estación base específica se pueden transmitir periódicamente, por ejemplo, cada *p* ms, en forma de resultados de mediciones hacia otras estaciones base. Para evitar un tráfico excesivo, podría usarse un planteamiento de tipo multidifusión (por ejemplo, un algoritmo basado en un Árbol de Expansión). Además, si en la arquitectura RAN se incrementa el número de estaciones base, podría incrementarse el valor de parámetro *p*.

Alternativamente, si se proporciona un Administrador de Recursos de Transporte IP (ITRM) o un gestor de ancho de banda centralizados, cada estación base podría enviar sus resultados de las mediciones únicamente al ITRM. A continuación, el ITRM (no mostrado en la Fig. 1) usaría un planteamiento de tipo multidifusión para distribuir periódicamente informes de carga “acumulados” hacia todas las estaciones base con capacidad MDC. En el caso de que no se use un recurso centralizado para la distribución de informes de carga, cualquier BTS de la RAN envía su forma de carga directamente a la totalidad del resto de estaciones BTS con capacidad MDC a intervalos predeterminados, en los que para el envío puede usarse un planteamiento de tipo multidifusión. De cualquier modo, a los mensajes que contienen los resultados de mediciones o informes de carga se les debería asignar una prioridad elevada en términos de retardo y pérdida de paquetes, por ejemplo, marcándolos con un punto de código de servicios diferenciados (por ejemplo, el EF) adecuado.

Además, se supone que todos los nodos de la red correspondientes a la RAN disponen de una “vista de helicóptero” de la topología de la red. Esta situación se puede lograr, por ejemplo, usando el protocolo de encaminamiento OSPF (Primer Trayecto Abierto más Corto), según describe John T. Moy, en “OSPF: Anatomy of an Internet Routing Protocol”, 3ª edición, septiembre de 1998, ISBN 0-201-63472-4. En relación con esto, se observará que si se usa el OSPF básico únicamente se utiliza una sola vía (la más corta) entre los dos nodos de la red. Sin embargo, el equilibrado de la carga se puede realizar seleccionando un punto MDC adecuado.

A las metas o criterios de selección anteriores para seleccionar el punto MDC adecuado se les puede asignar el siguiente orden de prioridad. La prioridad más alta se puede asignar para la meta de minimización de la longitud máxima del tramo MDC. La segunda prioridad más alta se puede asignar a la meta de minimización del recuento de saltos total de tramos MDC y las vías que van desde la RNGW A al punto MDC. La tercera prioridad más alta se puede asignar a la meta de minimización de la carga máxima de tráfico de tiempo real sobre enlaces usados. Finalmente, la prioridad más baja se puede asignar a la meta de minimización de la carga de procesado MDC, por ejemplo, el número de conexiones en curso dividido por algún valor de umbral predeterminado.

Adicionalmente, se puede fijar por lo menos una de las siguientes restricciones generales. La carga máxima de tráfico de tiempo real sobre tramos MDC (*carga_tr_max*) debería ser menor que o igual a un valor de umbral de tiempo real (*umbral_tr*). La carga máxima del tráfico de clase *x* (clase de tráfico de paquetes enviados desde la RNGW; también puede ser en tiempo real) sobre la vía que va entre la RNGW y el candidato a punto MDC (*carga_x_max*) debería ser menor que o igual a un valor de umbral de clase *x* (*umbral_x*). Además, la carga de procesado MDC en el candidato a punto MDC (*carga_mdc*) debería ser menor que el valor de umbral MDC (*umbral_mdc*).

La Fig. 2 muestra un diagrama de flujo que indica una implementación del procesado de selección según la forma de realización preferida, en la cual se usan las metas y los parámetros anteriores. Además, en lo sucesivo la variable de funcionamiento *N* indica el número de candidatos a punto MDC, por ejemplo, estaciones base de la arquitectura RAN, y la variable de funcionamiento *M* indica el número de estaciones base de deriva que participan en una situación específica de traspaso uniforme.

El diagrama de flujo independiente en la parte superior derecha de la Fig. 2 indica un método para distribuir resultados de mediciones individuales obtenidos en las estaciones base bien hacia las otras estaciones base de la RAN o bien hacia el nodo ITRM central (no mostrado en la Fig. 2), después de un promediado exponencial con un parámetro de ponderación w que se aplica a las cargas medidas del enlace, y después de que se haya producido la expiración de un temporizador. Además, debajo del diagrama independiente antes descrito se indica otro diagrama de flujo independiente, el cual indica un procesamiento para actualizar la carga de procesamiento MDC en los candidatos a punto MDC siempre que se inicie una conexión MDC nueva o se interrumpa una conexión MDC. Estos dos métodos parciales o secundarios se realizan de forma continua en el fondo o en paralelo al siguiente método de selección principal que comienza en el lado superior izquierdo de la Fig. 2.

Cuando a una estación base de servicio (BTS IP) llega una solicitud de llamada nueva o alguna otra señal de activación, se aplica en la etapa 1 el primer criterio de selección, en la que se minimiza la longitud MDC máxima. A continuación, el resultado de la selección se compara con las restricciones generales, por ejemplo, umbral de tiempo real, umbral de clase x y/o umbral MDC. Si estas restricciones no se cumplen, se comprueba si quedan múltiples estaciones base. En caso afirmativo, se descarta la estación base con la peor conexión de radiocomunicaciones con el teléfono móvil y se repite el método de selección basándose en el primer criterio con la prioridad más alta. Si queda una única estación base y siguen sin cumplirse las restricciones, la llamada se rechaza - en el caso de que sea una llamada nueva. En el caso de una llamada en curso, se continúa la llamada sin el traspaso uniforme (manteniendo su punto MDC actual sin cambios o con las BTS restantes actuando como BTS de servicio).

Si se cumplen las restricciones generales, se comprueba si por medio de la primera operación de selección se ha obtenido un único punto MDC. En caso afirmativo, se da salida a este punto MDC único como mejor punto MDC o punto MDC adecuado. En caso negativo, en la etapa 2 se aplica el segundo criterio de selección con la segunda prioridad más alta usando la restricción o resultado adicional de la selección de la etapa 1.

La Fig. 3 muestra un ejemplo correspondiente a un algoritmo para el criterio de selección de prioridad más alta en la etapa 1. Inicialmente, se fijan los recuentos de saltos MDC mínimo y máximo, por ejemplo, 100. A continuación, para cada candidato a punto MDC se comprueba si se cumplen las restricciones del umbral MDC, el umbral de clase x y el umbral de tiempo real. En caso afirmativo, el recuento de saltos máximo se fija a recuento de saltos de la vía entre la estación base candidata y la estación base de servicio, es decir, la longitud de la vía de transmisión redundante. A continuación, se comprueba para todas las estaciones base de deriva si el recuento de saltos entre la estación base candidata y la de deriva es mayor que el recuento de saltos máximo fijado. En caso afirmativo, el recuento de saltos máximo se fija al recuento de saltos entre la estación base candidata y la de deriva. Si el recuento de saltos máximo resultante es menor que o igual al recuento de saltos mínimo fijado, el recuento de saltos mínimo se fija al recuento de saltos máximo obtenido. Si el recuento de saltos máximo obtenido es mayor que el recuento de saltos mínimo fijado, el candidato se descarta de la lista de candidatos a punto MDC. Además, si no se cumplen las restricciones de umbral iniciales para el candidato en cuestión, el mismo también se descarta de la lista de candidatos a punto MDC.

En la etapa 2 de la Fig. 2, se minimiza el número de saltos totales de los candidatos MDC obtenidos a partir del primer criterio de la etapa 1. Si se obtiene un único punto MDC como resultado del segundo criterio, al mismo se le da salida como mejor punto MDC o punto MDC adecuado.

La Fig. 4 muestra un algoritmo como ejemplo del método de selección de acuerdo con el segundo criterio con la segunda prioridad más alta. Inicialmente, un recuento de saltos mínimo se fija a un valor predeterminado, por ejemplo, 100. A continuación, para cada candidato que queda se determina un recuento de saltos total de todas las vías entre las estaciones base candidatas y las de servicio y de deriva y entre la RNGW A y el candidato, y el mismo se compara con el recuento de saltos mínimo. Si el recuento de saltos obtenido correspondiente a un candidato es menor que o igual al recuento de saltos mínimo, el recuento de saltos mínimo se fija al recuento de saltos del candidato. En caso negativo, el candidato se descarta de la lista de candidatos a punto MDC restantes.

En la etapa 3 de la Fig. 2, se aplica el tercer criterio con la tercera prioridad más alta minimizando la carga máxima de tráfico de tiempo real para los candidatos a punto MDC obtenidos a partir de la etapa 2. Si el resultado de la etapa 3 conduce a un único punto MDC, a dicho punto MDC único se le da salida como mejor punto MDC o punto MDC adecuado. En caso negativo, en la etapa 4 se aplica el cuarto criterio con la prioridad más baja.

La Fig. 5 muestra un ejemplo de un algoritmo, el cual se puede usar en la etapa 3. Inicialmente, un valor mínimo correspondiente a la carga máxima se fija a un valor predeterminado, por ejemplo, 1. A continuación, para cada candidato a punto MDC restante de la lista, se obtiene un valor de carga máximo calculando el máximo de las cargas de tiempo real en ambas direcciones para todas las vías de transmisión redundantes entre las estaciones base de servicio y de deriva y el candidato y para la vía de transmisión única entre el candidato y la RNGW A. Si el valor obtenido de la carga máxima de tiempo real del candidato es menor que o igual al valor de carga mínimo fijado, el valor de carga mínimo se fija al valor obtenido de la carga máxima de tiempo real del candidato. En caso negativo, el candidato se descarta de la lista de candidatos a punto MDC.

En la etapa 4 de la Fig. 2, se aplica finalmente el cuarto criterio con la prioridad más baja minimizando la carga de procesamiento MDC para la totalidad de candidatos a punto MDC restantes.

La Fig. 6 muestra un ejemplo de un algoritmo, el cual se puede usar en la etapa 4. Inicialmente, una carga MDC mínima se fija a un valor predeterminado, por ejemplo, 1. A continuación, para cada candidato restante en la lista de candidatos a punto MDC, se comprueba si la carga del MDC correspondiente al candidato es menor que la carga MDC mínima fijada. En caso afirmativo, la carga MDC mínima se fija a la carga MDC del candidato, en caso negativo, el candidato se descarta de la lista de candidatos a punto MDC.

Si el resultado de la etapa 4 de la Fig. 2 indica un único punto MDC, a dicho punto MDC único se le da salida como mejor punto MDC o punto MDC adecuado. En caso negativo, se puede seleccionar aleatoriamente un único punto MDC de entre los candidatos restantes finales en la lista de candidatos a punto MDC, y al mismo se le puede dar salida como mejor punto MDC o punto MDC adecuado.

De este modo, se proporciona un método de selección basado en metas para obtener un único punto MDC adecuado, el cual se puede usar en cualquier inicialización de una llamada nueva.

En caso de que falte alguna información, por ejemplo, cargas de enlaces o similares, se puede omitir la etapa de selección correspondiente que requiera la información que falta. Si en el nodo de red en el que se realiza la selección del punto MDC falta información de topología, como punto MDC se puede usar la estación base de servicio. No obstante, es posible evidentemente cualquier otra selección.

El método propuesto de selección de puntos MDC también se puede aplicar o iniciar en casos en los que la topología de red o el conjunto de estaciones base de servicio y de deriva haya cambiado.

La Fig. 7 muestra una tabla que indica un ejemplo de cargas medidas de tráfico de tiempo real (porcentaje de capacidad del enlace) hacia nodos vecinos, en los que un máximo de la carga de tráfico de tiempo real se puede fijar al 80% (en este ejemplo, todo el tráfico es tráfico de tiempo real). Además, la tabla de la Fig. 7 muestra cargas MDC respectivas de cada uno de los nodos de la red mostrados en la arquitectura de la Fig. 1. En particular, la tabla de la Fig. 7 presenta información de mediciones que se usará además de la información de topología de red, la cual está disponible para cada estación base B a J con vistas a aplicar los criterios de selección para seleccionar el punto MDC.

A continuación se aplica el método de selección antes descrito usando la topología de la Fig. 1 y los resultados de mediciones de la Fig. 7.

En el primer criterio según la Fig. 3, el valor mínimo de la longitud máxima del tramo MDC se fijará finalmente a tres saltos. De este modo, los nodos B y F serán los candidatos a punto MDC restantes en la lista de candidatos. Únicamente estos dos nodos de red satisfacen los criterios de que la longitud máxima de los tramos MDC no sea mayor que el valor mínimo, es decir, tres saltos.

A continuación, el segundo criterio de acuerdo con el algoritmo de la Fig. 4 da como resultado ocho saltos como valor mínimo del recuento de saltos total. Ambos nodos de red B y F siguen satisfaciendo este segundo criterio y por lo tanto permanecen en la lista de candidatos. Por consiguiente, el resultado del primer y el segundo criterios de selección basados en la topología conduce a una lista de candidatos que comprende los nodos de red B y F.

En cuanto al tercer criterio según la Fig. 5, la carga máxima de tiempo real es del 60% obtenida sobre el enlace que va desde el nodo B al nodo C. No obstante, este enlace está comprendido en las vías de transmisión de ambos candidatos a punto MDC. De este modo, ambos candidatos siguen permaneciendo en la lista de candidatos.

Según el cuarto criterio final, se comparan las cargas de procesado MDC individuales de los candidatos a punto MDC restantes, en las que la carga de procesado MDC del nodo candidato F (55%) es sustancialmente menor que la carga de procesado MDC del nodo candidato D (70%). De este modo, la etapa 4 de la Fig. 2 da como resultado un único punto MDC, es decir, el nodo de red F, al cual se le dará salida como mejor punto MDC. Este resultado se corresponde con la situación mostrada en la Fig. 1.

Debido al hecho de que el método de selección sugerido deriva en un punto MDC optimizado con valores de carga y longitudes de enlace minimizados, se pueden lograr retardos menores para el tráfico MDC y una utilización más eficaz de la red. Además, el método resulta suficientemente sencillo como para ser implementado dentro de las estaciones base. No obstante, en el caso de que la escalabilidad requerida derive en un problema en topologías RAN más grandes, debería proporcionarse una transmisión de tipo multidifusión. Adicionalmente, se necesita un esquema adecuado para distribuir los resultados de las mediciones bien a través de un recurso centralizado o bien de una manera distribuida entre los nodos de la red en el caso de que en el proceso de selección de puntos MDC se usen, por ejemplo, cargas de tráfico o cargas de procesado MDC.

No obstante, el método y el sistema para hallar una ubicación optimizada del punto MDC, según se han propuesto anteriormente, podrían derivar en una cantidad excesiva de reubicaciones del MDC, lo cual no es deseable. Por otra parte, en relación con cada reubicación del MDC se requieren cálculos farragosos. Para aliviar este problema, se puede introducir una funcionalidad de comprobación de validez con vistas a reducir el número de reubicaciones del MDC en la RAN. Según la funcionalidad de comprobación de validez, el punto o funcionalidad MDC no se trasladará o reubicará en una ubicación posiblemente mejor, si el punto MDC actual sigue siendo válido, es decir, si se siguen

cumpliendo las restricciones iniciales o ligeramente más estrictas. Por ejemplo, el umbral de carga máxima fijado se podría reducir ligeramente.

De este modo, la cantidad de cálculos y reubicaciones del punto MDC se puede reducir a aquellos casos en los que la ubicación del punto MDC actual ya no cumpla las restricciones fijadas previamente.

La funcionalidad de comprobación de validez se puede activar cada vez que se produzca un cambio en el conjunto activo de estaciones base. Cuando se active el cálculo del punto MDC, en primer lugar la funcionalidad de comprobación de validez del punto MDC comprobará si el punto MDC actual cumple o no las restricciones. Si la respuesta es sí, no se realizan más cálculos y la funcionalidad MDC no se reubica - ni siquiera aunque fuera necesario actualizar el conjunto activo de estaciones base. En términos lógicos, la funcionalidad de comprobación de validez se puede expresar tal como se indica en la Fig. 8. Se observa que la manera según la cual se comprueban las restricciones (iniciales o más estrictas) depende del método usado de selección de puntos MDC.

La Fig. 9 muestra una mejora correspondiente del diagrama de flujo de la Fig. 2, para incorporar la anterior funcionalidad de comprobación de validez. En particular, la funcionalidad de comprobación de validez se incorpora en la etapa 0 y en la subsiguiente operación de ramificación condicional, las cuales se realizan únicamente si ha cambiado el conjunto de estaciones base, por ejemplo, las BTS IP.

La Fig. 10 muestra un ejemplo específico de la expresión lógica de la Fig. 8, en la que al punto MDC actual se le aplica una restricción ligeramente más estricta, es decir, el 90% del umbral de carga. Evidentemente, se puede aplicar cualquier otro porcentaje para implementar un umbral menor y por lo tanto una restricción más estricta. Además, también se pueden aplicar valores de umbral más estrictos a uno o a la totalidad del resto de restricciones de selección del punto MDC.

A continuación, en el ejemplo de la Fig. 7, se supone que el nodo G se corresponde con el punto MDC actual que había sido seleccionado anteriormente. Con la anterior funcionalidad de comprobación de validez adicional, en lugar del nodo F, en el ejemplo de la Fig. 7, se seleccionaría nuevamente o se mantendría este punto MDC actual o antiguo (nodo G), ya que las restricciones se seguían cumpliendo. No obstante, en este caso, únicamente se requería una sencilla comprobación del valor de carga en la columna de carga MDC de la tabla de la Fig. 7. Por lo tanto, además de reducir drásticamente el número de reubicaciones del MDC, la funcionalidad propuesta de comprobación de validez reducirá considerablemente la cantidad de cálculos de selección del punto MDC realizados en las estaciones base.

Además, en la anterior forma de realización preferida, por las siguientes razones se puede proporcionar un esquema auxiliar de selección del MDC en relación con inconsistencias en la información de las topologías (MSTII).

Al producirse la selección de un punto MDC para una llamada, es necesaria la información correcta de la topología RAN. Debido a una congestión o un fallo de un componente, cualquier componente de la red tal como un enlace o un nodo podría interrumpir su función de servicio en la RAN y provocar un cambio de la topología RAN. A continuación, el cambio de la topología RAN activará una actualización de la información de topología RAN mantenida en cada uno de los nodos de la RAN. La actualización habitualmente requiere unos pocos segundos, denominados periodo de convergencia, para llegar a realizarse. Durante el periodo de convergencia, la información de topología RAN en nodos diferentes es diferente - a esta situación se le denomina inconsistencia en la información de topologías. Si la selección de un punto MDC para una llamada se realiza con información de topología RAN inconsistente o incorrecta, su reubicación asociada del MDC será una reubicación incorrecta del MDC y su adición asociada de un tramo será una adición incorrecta de un tramo. La reubicación del MDC y la adición de un tramo incorrectas añadirán a la RAN un coste de procesamiento y transporte elevado aunque innecesario y provocarán adicionalmente algunos problemas de transporte irregular en la RAN.

Por esta razón, el esquema auxiliar MSTII se adapta para identificar el problema de inconsistencia en la información de topología durante su aparición y para evitar las reubicaciones del MDC incorrectas y las adiciones de tramos incorrectas durante el periodo de convergencia. En particular, el esquema auxiliar MSTII consta de dos subesquemas, un primer subesquema para detectar la inconsistencia en la información de topología y un segundo subesquema auxiliar para inconsistencias en la topología. El primer subesquema descubre e indica al segundo subesquema el comienzo, la continuación, y la finalización de la inconsistencia en la información de topología. El segundo subesquema actúa de manera que evita las reubicaciones de MDC incorrectas y las adiciones de tramos incorrectas durante el periodo de convergencia, según las indicaciones del primer subesquema. El primer y el segundo subesquemas se pueden implementar en un módulo MDC proporcionado, por ejemplo, en un dispositivo de gestión de recursos centralizado o en un nodo de red individual tal como una BTS IP. En el presente contexto, el módulo MDC se corresponde con una abstracción de una o más funciones que completan la tarea o tareas relacionadas con por lo menos la selección del punto MDC. No obstante, el módulo MDC también puede abarcar las tareas de activación de la reubicación y/o gestión del conjunto de estaciones BTS activo proporcionado para el traspaso uniforme de una llamada. Esto significa que el módulo MDC puede recomendar la adición de una BTS al conjunto activo de estaciones BTS debido a una solicitud de adición de tramo de radiocomunicaciones, o puede recomendar el descarte de una BTS del conjunto activo debido a que no se disponga de suficientes recursos de la red para la misma.

Las Figs. 11 y 12 muestran algoritmos ilustrativos para los anteriores primer y segundo subesquemas, respectivamente, los cuales se pueden implementar como unidades de hardware o subrutinas que se ejecutan continuamente en o para el módulo MDC antes, durante y después de una inconsistencia en la información de topología. El primer subesquema ilustrativo de la Fig. 11 para detectar una inconsistencia en la información de topología puede estar adaptado para funcionar con un protocolo de encaminamiento del estado del enlace, por ejemplo, el OSPF, o un esquema de inundación. Si se produce una actualización de la topología RAN, por ejemplo, un inicio de inundación o una recepción de un mensaje de actualización desde otro nodo, al módulo MDC proporcionado en el nodo propio se le indica o señala un proceso de cambio de topología real ("Cambio topología") y se inicia una funcionalidad de temporizador proporcionada en el módulo MDC con un valor predeterminado, por ejemplo, 1,5 s, cuya estimación se puede realizar basándose en la topología RAN específica. A continuación, cuando se ha producido la expiración del temporizador, al módulo MDC proporcionado en el nodo propio se le indica o señala una topología cambiada ("Topología cambiada"). La reacción correspondiente en el módulo MDC se define por medio del segundo subesquema ilustrativo mostrado en la Fig. 12. Si al módulo MDC se le indica un proceso de cambio de topología, el mismo sigue rechazando cualquier solicitud de adición de un tramo y suspende la selección del punto MDC para cualquier llamada o conexión. A continuación, si al módulo MDC se le indica una topología cambiada, el mismo puede actualizar opcionalmente el conjunto de nodos con capacidad MDC según un esquema de agregación de topologías (TAS), a continuación vuelve al funcionamiento normal y reanuda su función de selección del punto MDC. De este modo, durante un periodo de convergencia de la topología se pueden evitar adiciones de tramo incorrectas.

El TAS se proporciona para fijar automáticamente los nodos con capacidad MDC, los cuales pueden ser únicamente un pequeño subconjunto de la totalidad de los nodos de la RAN, para todas las reubicaciones posibles del MDC y de este modo se posibilita una reducción sustancial de los tiempos de ejecución asociados de los procedimientos de reubicación del MDC para las llamadas de la RAN, al mismo tiempo que se mantienen las ventajas del MDC. Los nodos con capacidad MDC se escogen automáticamente, según la información de topología de la red disponible a partir de la tabla de encaminamiento, por ejemplo, el OSPF, o se obtienen a partir de un intercambio de información entre los nodos en la RAN. Siempre que cambia la topología RAN, este esquema actualizará el subconjunto de nodos con capacidad MDC según la topología nueva. Otros nodos, denominados nodos hoja los cuales no se encuentran en el subconjunto actual con capacidad MDC de la RAN, no pueden actuar como puntos MDC para llamadas.

A título de estimación, el TAS puede permitir una reducción de los costes del MDC mayor de 2/3 incluso mayor del 95%, aunque manteniendo las ventajas del MDC.

A continuación se describen ejemplos del TAS basados en ejemplos de topologías mostrados en las Figs. 13 y 14. La RAN se puede describir como un grafo no dirigido $G(N, L)$, en el que N indica el conjunto de todos los nodos o estaciones BTS, por ejemplo, encaminadores IP, de la RAN y $N = \{N1, N2, \dots, Nk\}$, y L indica el conjunto de todos los enlaces del grafo $G(N, L)$. En este caso, M el cual es un subconjunto de N , indica el conjunto de nodos de la RAN con capacidad MDC. Siempre que cambia la topología RAN, por una activación, por ejemplo, mediante una actualización de la tabla de encaminamiento, en un nodo N_i contenido en N , M se reinicializa a un conjunto vacío. A continuación, al conjunto M de nodos con capacidad MDC se le añade cada nodo N_j que dispone de por lo menos dos enlaces que conectan con otros nodos RAN.

Siempre que se inicia una llamada o que a una llamada existente se le añade o se elimina de la misma un tramo, el nodo inmediato conectado por la llamada inicial (por ejemplo, Nodo E6 para la llamada de la Fig. 14 cuando el *acontecimiento2* todavía no se ha producido) en el momento del inicio de la llamada o, el punto MDC actual (por ejemplo, el Nodo E5 para la llamada de la Fig. 14) cuando la llamada ya se ha iniciado, realiza las siguientes acciones: (1) Llama a una función (algoritmo) de selección de puntos MDC para hallar el punto MDC adecuado para la llamada a partir del Conjunto M y (2) Activa el procedimiento de reubicación del MDC (en el caso de que la llamada exista y de que la reubicación del MDC sea necesaria) o activa el procedimiento de instalación del MDC (en el caso de que la llamada se encuentre en inicio).

En la Fig. 13, se muestra una posible topología de una RAN IP bajo una interpretación actual de la RAN IP. En el ejemplo de la Fig. 13, el subconjunto con capacidad MDC $M = (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, C2, E2)$. Cuando se inicia una llamada o a una llamada existente se le añade o se elimina de la misma un tramo, el punto MDC adecuado es uno de los nodos de M . Para la llamada mostrada en la Fig. 13, el punto MDC está ubicado en el nodo E. El número de reubicaciones posibles para una llamada determinada se calcula como el número de todas las combinaciones posibles entre un punto MDC actual y su siguiente punto MDC nuevo. Por ejemplo, en la topología de red de la Fig. 13, se proporcionan 12 nodos con capacidad MDC y 37 nodos en total. Por lo tanto, el número de reubicaciones posibles es $12 \times 11/2$ cuando se usa el TAG y $37 \times 36/2$ cuando no se usa ninguna agregación de topologías. Por lo tanto, el número de reubicaciones posibles del MDC considerando el anterior ejemplo del TAS es 66, es decir, $12 \times 11/2$, mientras que el número de posibles reubicaciones del MDC sin el TAS daría como resultado 666, es decir, $37 \times 36/2$. De este modo, el ejemplo del TAS deriva en una reducción del 90% de las posibles reubicaciones del MDC.

La Fig. 14 muestra un segundo ejemplo de topología el cual se puede corresponder con una red RAN IP futura. Nuevamente, el subconjunto con capacidad MDC $M = (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, D2, E5, E6)$. Cuando se inicia una llamada o a una llamada existente se le añade o se elimina de la misma un tramo, el punto MDC adecuado es uno de los nodos de M . Por ejemplo, para la llamada mostrada en la Fig. 14, cuando se ha producido el *acontecimiento2*, el punto MDC se reubica en el nodo E5 desde el nodo E6. No obstante, el número de reubicaciones posibles del MDC considerando el anterior ejemplo del TAS es 78, es decir, $13 \times 12/2$, mientras que el número de reubicaciones posibles

ES 2 292 768 T3

del MDC sin el TAS daría como resultado 946, es decir, $44 \times 43/2$. De este modo, el ejemplo del TAS deriva en una reducción del 91,7% de las reubicaciones posibles del MDC.

5 Se observa que la presente invención no se limita a las anteriores formas de realización preferidas, sino que se puede usar en cualquier entorno de red en el que una pluralidad de vías de transmisión redundantes se combina en un punto de combinación para obtener una única vía de transmisión. Además, el método no se limita a los criterios de selección específicos indicados en las anteriores etapas 1 a 4. En el método de selección basado en prioridades se puede usar cualquier criterio de selección adecuado para obtener un punto de combinación apropiado. Por otra parte, la asignación de las prioridades se puede variar de cualquier manera adecuada para obtener un punto de combinación
10 apropiado para una aplicación específica. De este modo, las formas de realización preferidas pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método de selección de un punto de combinación en el cual por lo menos dos vías de transmisión redundantes se combinan en una única vía de transmisión en una red de transmisiones que comprende por lo menos dos puntos de combinación seleccionables (B a J), comprendiendo dicho método las etapas en las que
 - a) se usan por lo menos dos criterios de selección basados en mediciones para seleccionar dicho punto de combinación;
 - b) se asignan prioridades diferentes a dichos por lo menos dos criterios de selección; y
 - c) se usa el resultado de la selección correspondiente a un criterio de selección con una prioridad más alta como restricción para una selección basada en un criterio de selección con una prioridad inferior.
2. Método según la reivindicación 1, en el que dichos por lo menos dos criterios de selección comprenden un criterio de selección aplicado a longitudes o cargas medidas de dichas por lo menos dos vías de transmisión redundantes y/o dicha vía de transmisión única.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que dichos por lo menos dos criterios de selección comprenden un criterio de selección aplicado a cargas de procesamiento medidas de dichos puntos de combinación seleccionables.
4. Método según la reivindicación 2 ó 3, en el que dichos por lo menos dos criterios de selección comprenden un primer criterio de minimización de la longitud máxima de dichas por lo menos dos vías de transmisión redundantes, un segundo criterio de minimización de la longitud total máxima de dichas por lo menos dos vías de transmisión redundantes y dichas vías de transmisión únicas, un tercer criterio de minimización de la carga de tráfico máxima sobre dichas por lo menos dos vías de transmisión redundantes y dicha vía de transmisión única, y un cuarto criterio de minimización de la carga de procesamiento de dicho punto de combinación.
5. Método según la reivindicación 4, en el que dichas longitud máxima y longitud total máxima se determinan mediante el recuento de saltos de dichas vías de transmisión única y redundante, respectivamente.
6. Método según la reivindicación 4 ó 5, que comprende asimismo la etapa en la que se asigna la prioridad más alta a dicho primer criterio, la segunda prioridad más alta a dicho segundo criterio, la tercera prioridad más alta a dicho tercer criterio, y la prioridad más baja a dicho cuarto criterio.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que dicho tercer criterio se aplica monitorizando y actualizando cargas de tráfico de tiempo real con el uso de una función de promediado.
8. Método según la reivindicación 7, en el que dicha función de promediado es una función de promediado exponencial.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo la etapa en la que se transmiten resultados de mediciones de la carga o informes de carga mutuamente entre dichos por lo menos dos puntos de combinación seleccionables (B a J) a intervalos predeterminados.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende asimismo la etapa en la que se transmiten resultados de mediciones de las cargas desde dichos por lo menos dos puntos de combinación seleccionables (B a J) hacia un recurso centralizado, el cual distribuirá la información de carga hacia todos los puntos de combinación posibles (B a J) a intervalos predeterminados.
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende asimismo la etapa en la que se transmiten informes de carga desde dichos por lo menos dos puntos de combinación seleccionables (B a J) directamente hacia la totalidad del resto de puntos de combinación posibles (B a J) a intervalos predeterminados sin ninguna intervención de un recurso centralizado.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo la etapa en la que se fija un umbral de carga máxima que se debe considerar durante dicha selección de dicho punto de combinación.
13. Método según la reivindicación 12, en el que dicho umbral de carga máxima define la carga de tiempo real permisible máxima sobre enlaces usados de dichas por lo menos dos vías de transmisión redundantes y/o la carga de clase x permisible máxima sobre enlaces usados de dicha vía de transmisión única.
14. Método según la reivindicación 12 ó 13, en el que dicho umbral de carga máxima define la carga de procesamiento permisible máxima en dicho punto de combinación seleccionado.
15. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo la etapa en la que se omite un criterio de selección si no hay disponibles valores de medición requeridos.

16. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo la etapa en la que si dicho método no conduce a una selección de un punto de combinación, se descarta una vía de transmisión redundante de entre dichas por lo menos dos vías de transmisión redundantes.

5 17. Método según la reivindicación 16, que comprende asimismo la etapa en la que si solamente queda una vía de transmisión redundante y dicho método no conduce a una selección de un punto de combinación, se rechaza una llamada nueva correspondiente.

10 18. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho método de selección se usa después de un cambio de la topología de red.

15 19. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un punto de combinación seleccionado anteriormente se mantiene si dicho punto de combinación actual por lo menos cumple todavía dichos por lo menos dos criterios de selección basados en mediciones.

20 20. Método según la reivindicación 19, en el que a dicho punto de combinación seleccionado anteriormente se le aplica por lo menos un criterio de selección más estricto.

21. Método según la reivindicación 20, en el que dicho por lo menos un criterio de selección más estricto se corresponde con el 90% de un valor de umbral de carga aplicado a dicho punto de combinación seleccionado anteriormente.

25 22. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo las etapas en las que se detecta una inconsistencia en las topologías, y durante dicha inconsistencia detectada en las topologías se evitan reubicaciones de dicho punto de combinación.

30 23. Método según la reivindicación 22, que comprende asimismo las etapas en las que en respuesta a dicha etapa de detección se pone en marcha una función de temporizador, y después de la expiración de la función de temporizador se permiten reubicaciones.

35 24. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que, basándose en la topología de dicha red de transmisión, se determina un subconjunto de nodos capaces de ser seleccionados como punto de combinación en dicha etapa de selección a).

25. Método según la reivindicación 24, en el que dicha determinación se repite después de un cambio en la topología de la red.

26. Método según la reivindicación 24 ó 25, en el que dicho subconjunto de nodos con capacidad de selección se selecciona basándose en su número de enlaces que conectan con otros nodos.

40 27. Nodo de red para seleccionar un punto de combinación en el cual por lo menos dos vías de transmisión redundantes se combinan en una única vía de transmisión en una red de transmisiones que comprende por lo menos dos puntos de combinación seleccionables (B a J), estando dispuesto dicho nodo de red para usar por lo menos dos criterios de selección basados en mediciones con prioridades diferentes con vistas a seleccionar dicho punto de combinación, y para usar el resultado de la selección correspondiente a un criterio de selección de prioridad más alta como restricción para una selección basada en un criterio de selección de prioridad inferior.

45 28. Nodo de red según la reivindicación 27, en el que dicho punto de combinación es un punto de combinación de macrodiversidad en una red de acceso de radiocomunicaciones que proporciona acceso a una red basada en IP.

50 29. Nodo de red según la reivindicación 28, en el que dichos puntos de combinación seleccionables son unos dispositivos de estación base (B a J).

55 30. Nodo de red según cualquiera de las reivindicaciones 27 a 29, en el que dicho nodo de red es un dispositivo de estación base (B a J).

31. Nodo de red según cualquiera de las reivindicaciones 27 a 29, en el que dicho nodo de red es un dispositivo de gestión de recursos centralizado.

60 32. Nodo de red según cualquiera de las reivindicaciones 27 a 31, que comprende asimismo unos medios para detectar una inconsistencia en la información de las topologías, y medios para evitar reubicaciones de dicho punto de combinación durante dicha inconsistencia en la información de las topologías.

65 33. Nodo de red según la reivindicación 32, en el que dichos medios de detección comprenden una funcionalidad de temporizador.

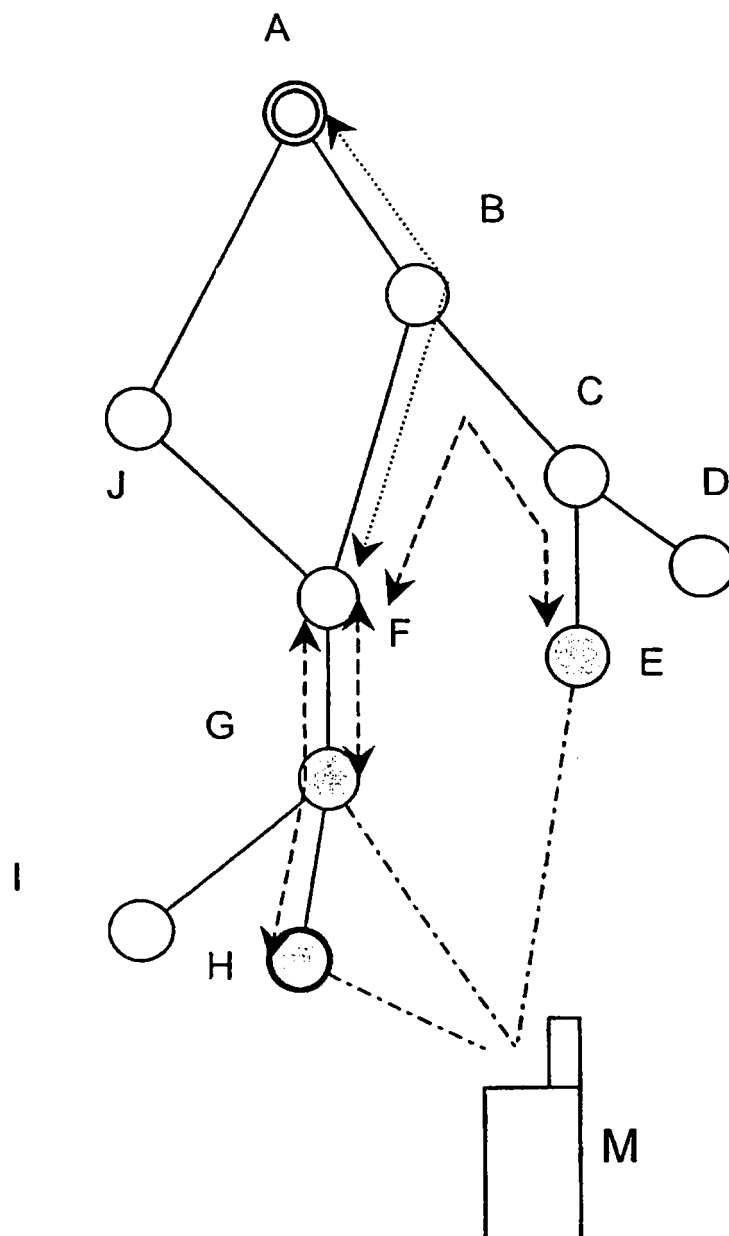


Fig. 1

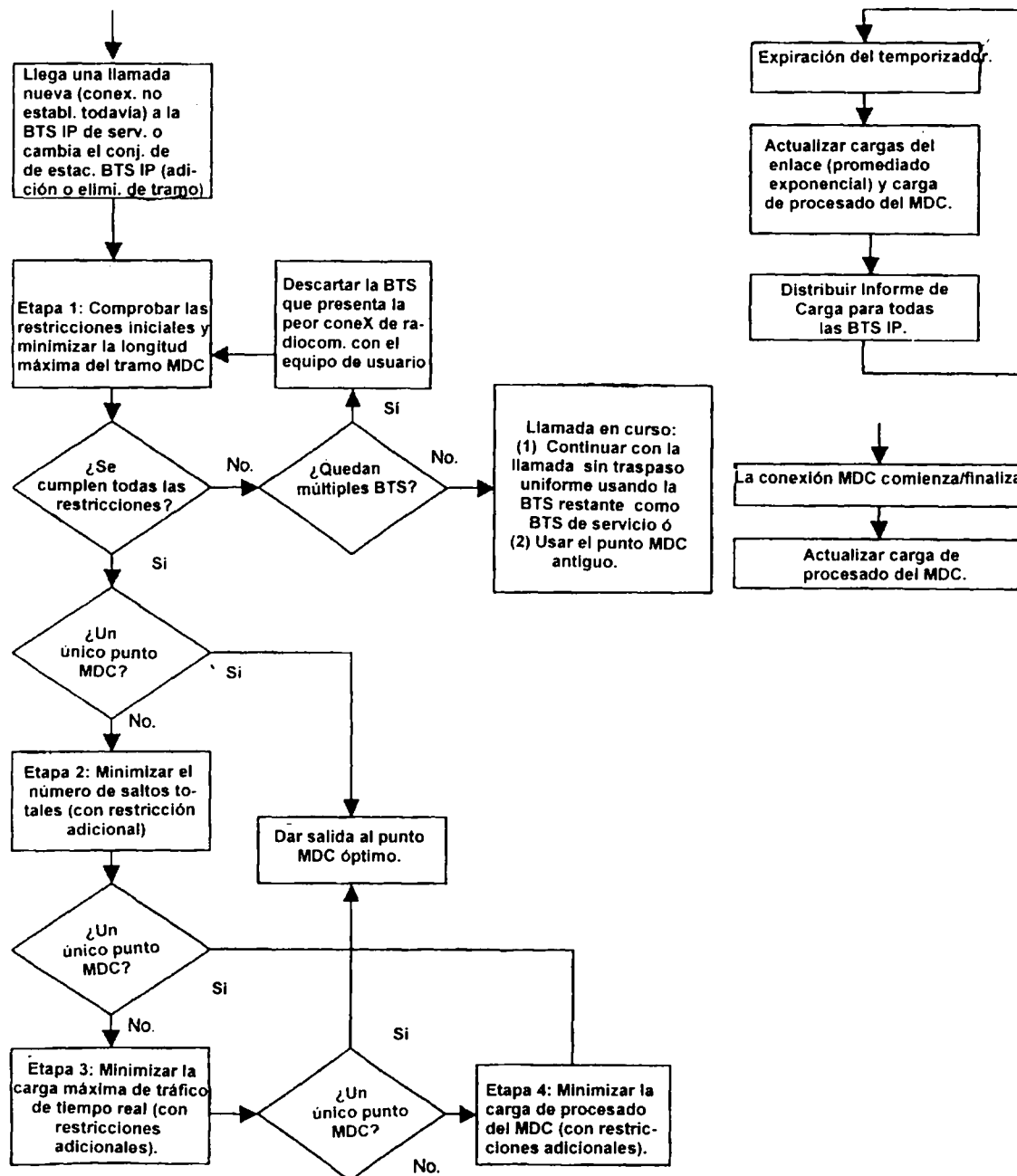


Fig. 2

```

recuento_saltos_mdcmin = 100 (o alguna otra inicialización)
para i = 1 hasta N
    si (carga_mdcCANDIDATO(i) < umbral_mdc AND carga_tr_maxCANDIDATO(i) ≤ umbral_tr AND
        carga_x_maxCANDIDATO(i) ≤ umbral_x)
        recuento_saltos_mdcmax(i) = recuento_saltosCANDIDATO(i)→BTS_SERVICIO
        para j = 1 hasta M
            si (recuento_saltos_mdcCANDIDATO(i)→BTS_DERIVA(j) > recuento_saltos_mdcmax(i))
                recuento_saltos_mdcmax(i) = recuento_saltosCANDIDATO(i)→BTS_DERIVA(j)
            si (recuento_saltos_mdcmax(i) ≤ recuento_saltos_mdcmin)
                recuento_saltos_mdcmin = recuento_saltos_mdcmax(i)
        si no
            descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC
    si no
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC
para i = 1 hasta N (excluyendo candidatos ya descartados)
    si (recuento_saltos_mdcmax(i) > recuento_saltos_mdcmin)
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC
    
```

Fig. 3

```

recuento_saltosmin = 100 (o alguna otra inicialización)
para i = 1 hasta N (excluyendo candidatos ya descartados)
    recuento_saltosCANDIDATO(i) = recuento_saltosRNGW→CANDIDATO(i) + recuento_saltosCANDIDATO(i)→BTS_SERVICIO
    para i = 1 hasta M
        recuento_saltosCANDIDATO(i) = recuento_saltosCANDIDATO(i)→BTS_DERIVA(j)
    si (recuento_saltosCANDIDATO(i) ≤ recuento_saltosmin)
        recuento_saltosmin = recuento_saltosCANDIDATO(i)
    si no
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC
para i = 1 hasta N (excluyendo candidatos ya descartados)
    si (recuento_saltosCANDIDATO(i) > recuento_saltosmin)
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC
    
```

Fig. 4

```

carga_tr_maxmin = 1 (o alguna otra inicialización)
para i = 1 hasta N (excluyendo candidatos ya descartados)
    carga_tr_maxCANDIDATO(i) = max(carga_tr_maxRNGW->CANDIDATO(i), carga_tr_maxCANDIDATO(i)-
        >RNGW, carga_tr_maxCANDIDATO(i)->BTS_SERVICIO, carga_tr_maxBTS_SERVICIO->CANDIDATO(i)),
    para i = 1 hasta N
        carga_tr_maxCANDIDATO(i) = max(carga_tr_maxCANDIDATO(i), carga_tr_maxCANDIDATO(i)-
            >BTS_DERIVA(j), carga_tr_maxBT_DERIVA(j)->CANDIDATO(i))
    si (carga_tr_maxCANDIDATO(i) ≤ carga_tr_maxmin)
        carga_tr_maxmin = carga_tr_maxCANDIDATO(i)
    si no
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC
para i = 1 hasta N (excluyendo los candidatos ya descartados)
    si (carga_tr_maxCANDIDATO(i) > carga_tr_maxmin)
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC

```

Fig. 5

```

carga_mdcmin = 1 (o alguna otra inicialización)
para i = 1 hasta N (excluyendo candidatos ya descartados)
    si (carga_mdcCANDIDATO(i) < carga_mdcmin)
        carga_mdcmin = carga_mdcCANDIDATO(i)
    si no
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC
para i = 1 hasta N (excluyendo candidatos ya descartados)
    si (carga_mdcCANDIDATO(i) > carga_mdcmin)
        descartar candidato i de la lista de candidatos a punto MDC

```

Fig. 6

Nodo	Carga MDC (%)	Cargas de tráfico de tiempo real (% de capacidad del enlace) hacia nodos vecinos (carga de tráfico TR permitida máxima: 80%)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	75	-	50	-	-	-	-	-	-	-	30
B	70	25	-	60	-	-	40	-	-	-	-
C	65	-	30	-	30	40	-	-	-	-	-
D	60	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
E	45	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-
F	55	-	20	-	-	-	-	50	-	-	20
G	65	-	-	-	-	-	25	-	40	30	-
H	40	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-
I	75	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-
J	60	15	-	-	-	-	10	-	-	-	-

Fig. 7

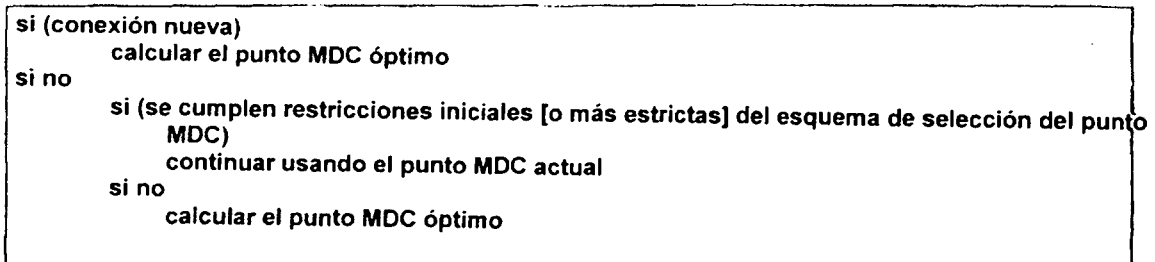


Fig. 8

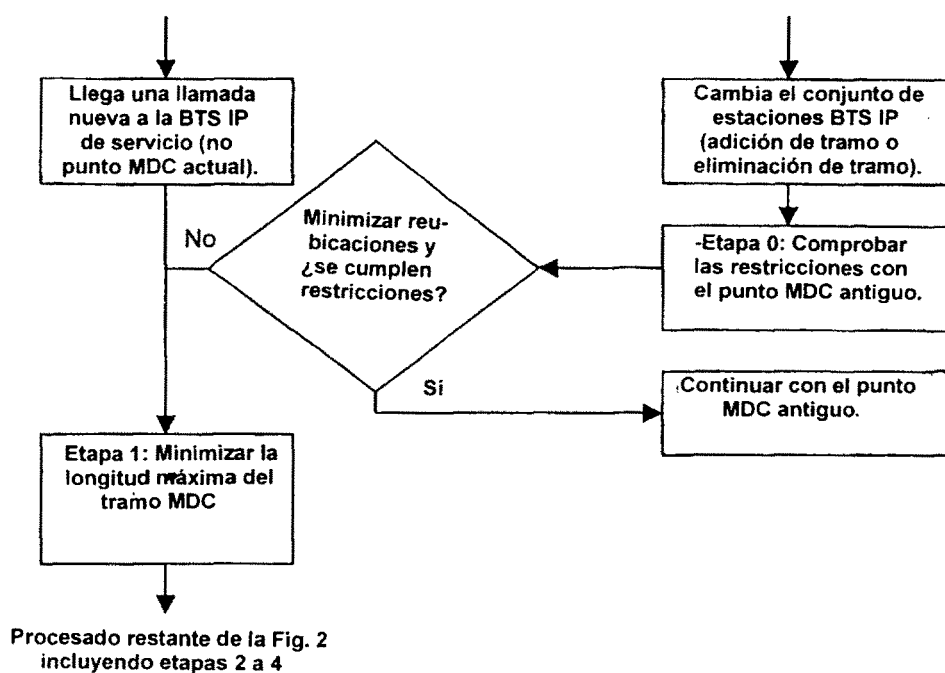


Fig. 9

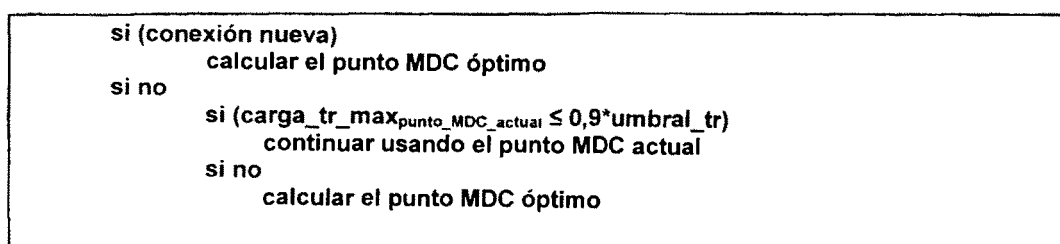


Fig. 10

si se produce una actualización de la topología RAN (por ejemplo, inicio de inundación o recepción de mensaje de actualización desde otro nodo, etcétera),

- Indicar "Cambio topología" al módulo MDC en su propio nodo
- Iniciar/reiniciar temporizador de "inconsistencia de topología" con valor (por ejemplo, 1,5 segundos, estimados según la RAN específica)

fin

si se produce expiración del temporizador de "inconsistencia de topología",

- Indicar "Topología cambiada" al módulo MDC en su propio nodo

fin

Fig. 11

si el módulo MDC recibe "Cambio de topología",

- Hacer que el módulo MDC siga rechazando cualquier solicitud de adición de tramo
- Hacer que el módulo MDC suspenda la selección del punto MDC para cualquier llamada/conexión

fin

si el módulo MDC recibe "Topología cambiada",

- Si es necesario, actualizar el conjunto de los nodos con capacidad MDC según un esquema de agregación tal como el Esquema TAS [4] (Opcional, válido únicamente cuando se usa un esquema de agregación)
- Hacer que el módulo MDC vuelva al funcionamiento normal
- Hacer que el módulo MDC reanude la Función de Selección del Punto MDC

fin

Fig. 12

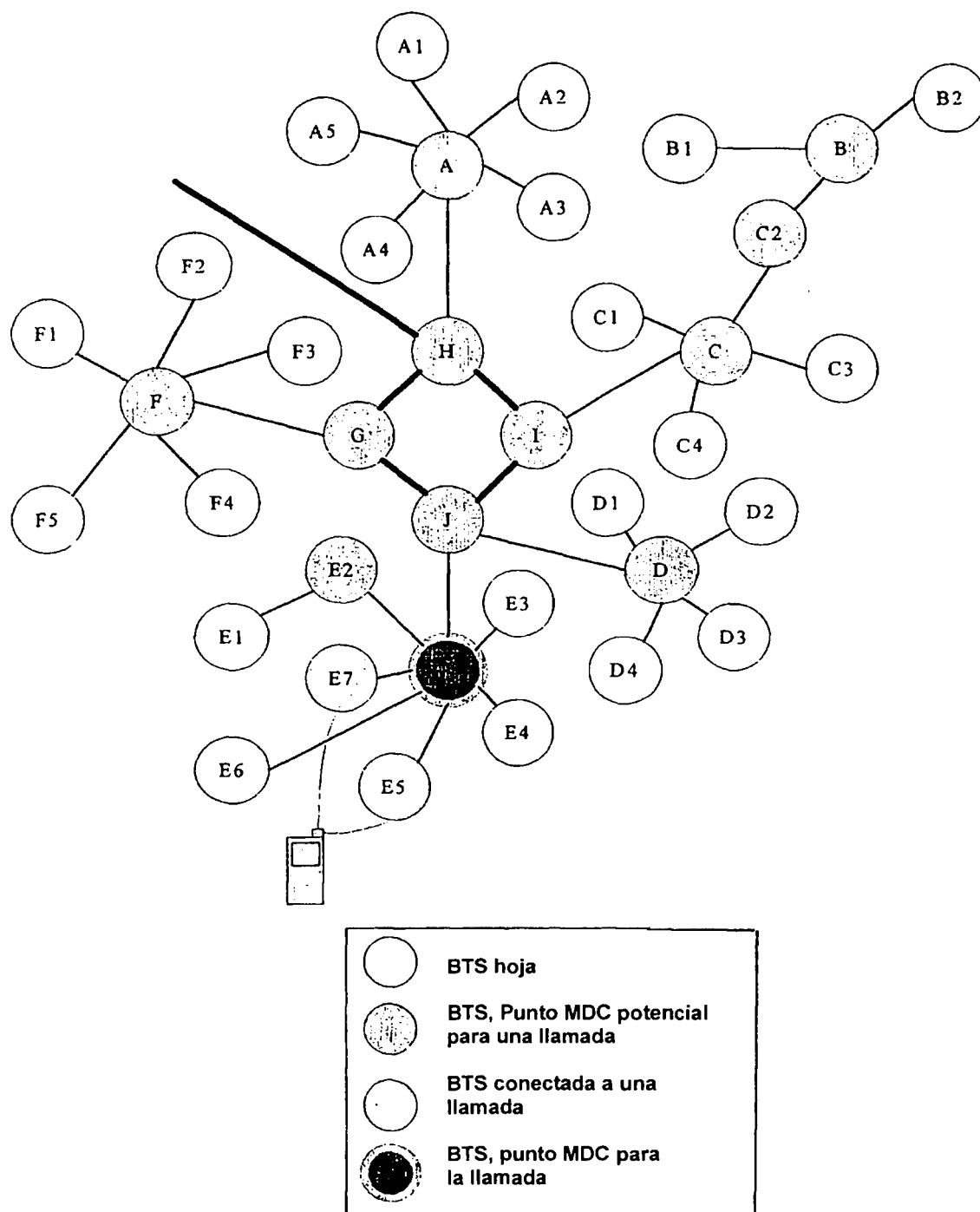


Fig. 13

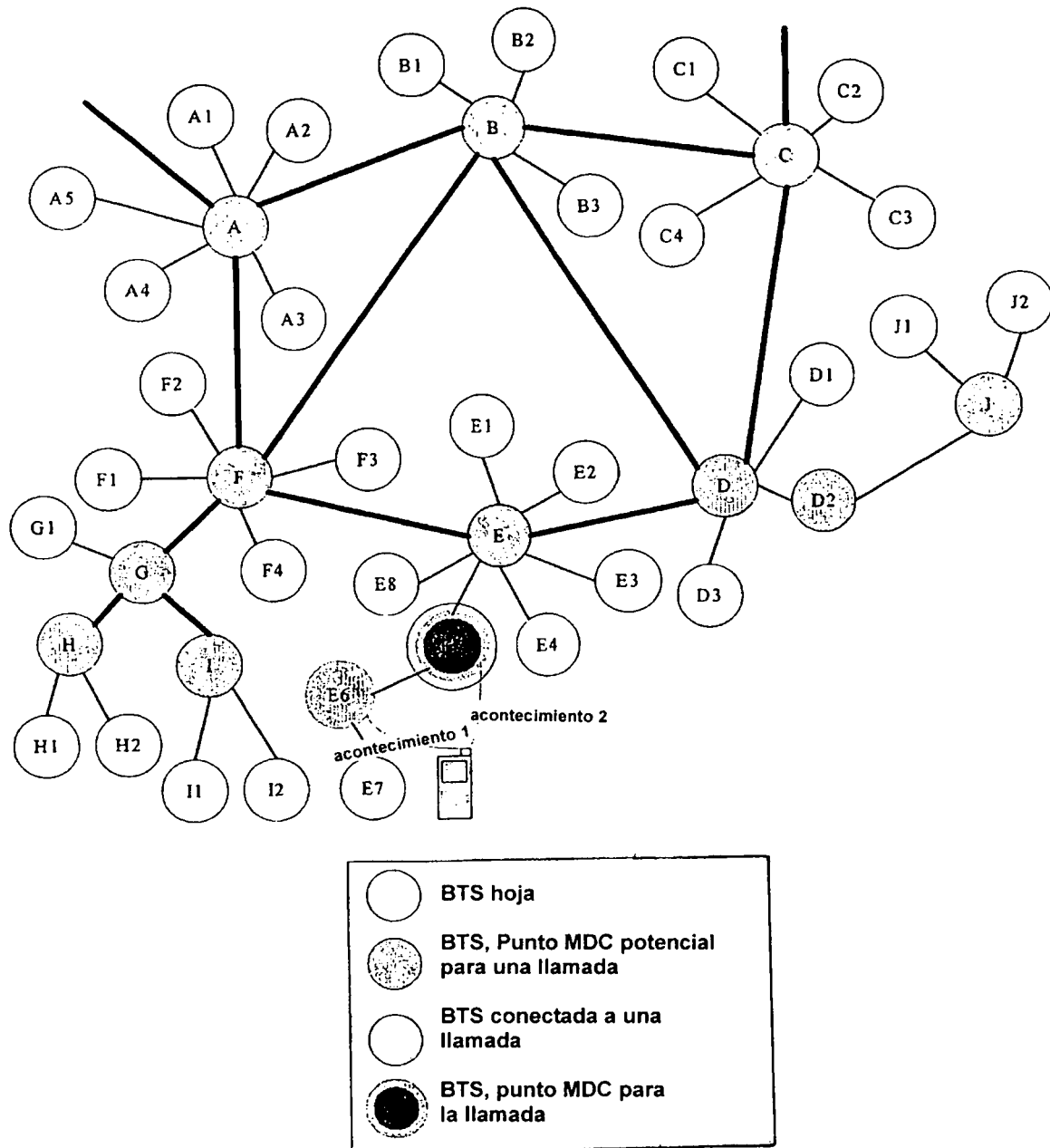


Fig. 14