



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 597**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08102035 .6**

96 Fecha de presentación : **26.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2096806**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54

Título: **Procedimiento y sistema de comunicaciones para la realización de redes de mallas de saltos múltiples inalámbricas transparentes con soporte de movilidad.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.09.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.09.2011

73

Titular/es: **DEUTSCHE TELEKOM AG.**
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn, DE

72

Inventor/es: **Xu, Bangnan;**
Sivchenko, Dimitri y
Bayer, Nico

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 364 597 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

Procedimiento y sistema de comunicaciones para la realización de redes de mallas de saltos múltiples inalámbricas transparentes con soporte de movilidad.

5 La importancia de las redes de saltos múltiples sin hilos en el campo de la telefonía móvil aumenta actualmente de forma constante. Un estado posible de la técnica se conoce a partir de la publicación de patente US 206/0256741. Como un desarrollo de las redes móviles ad hoc (MANETs), las redes de mallas de saltos múltiples sin hilos (MMN) ofrecen para los proveedores de telecomunicaciones una serie de ventajas en comparación con las redes tradicionales. Por ejemplo, estas redes reducen la infraestructura de cables necesaria y, por lo tanto, se pueden instalar, entre otras cosas, rápidamente, de forma flexible y con coste favorable. En la figura 1 se representa la estructura general de una MMN de este tipo.

10 En principio, una red de este tipo se puede dividir en una espina vertebral MMN y un acceso MMN. La espina vertebral MMN se forma por los nodos MMN. Cada uno de estos nodos dispone de una interfaz de red de espina vertebral, con cuya ayuda, el nodo se puede comunicar con los otros nodos MMN. En principio, los nodos MMN se pueden dividir, además, en encaminamiento MMN y puertos de entrada MMN. La diferencia entre los dos tipos reside en que los puertos de entrada disponen adicionalmente de una interfaz de la red, que asegura la conexión con redes externas y de esta manera, posibilita, por ejemplo, una conexión a Internet. El acceso MMN de la MMN se forma por las interfaces de la red de acceso, que pueden estar instaladas en los nodos MMN. Estas interfaces se utilizan para la conexión de terminales. Tanto para la interfaz de la red de espina vertebral como también para la interfaz de la red de acceso están disponibles diferentes tecnologías, por ejemplo IEEE 802.11abg, IEEE 802.16, etc.

15 Los nodos MMN deben disponer de determinadas funcionalidades, por ejemplo soporte de un Protocolo de Encaminamiento, que es necesario para la comunicación de saltos múltiples en la espina vertebral MMN. En virtud del desacoplamiento del acceso MMN y de la espina vertebral MMN, los terminales, que están conectados a través de la interfaz de acceso de un encaminamiento MMN en la red, no tienen que presentar funcionalidades adicionales, puesto que la MMN mantiene un punto de acceso normal de la tecnología de acceso respectiva.

20 Los Protocolos de Encaminamiento juegan un papel muy importante en MMNs, puesto que aseguran la comunicación de saltos múltiples en la espina vertebral de la MMN. En virtud de su modo de funcionamiento principal se pueden dividir en preactivos (por ejemplo Optimizad Link State Routing – OLSR [1]) o bien reactivos (por ejemplo, Dynamic Source Routing – DSR [3]), Ad-hoc On-demand Distance Vector – AODV [2]). Pero en principio, en redes de saltos múltiples se utiliza encaminamiento basado en IP. Con la ayuda del Protocolo de Encaminamiento se decide sobre qué salto (Hop) (sobre qué nodo de la MMN en la proximidad directa) se puede acceder a la dirección de destino IP. La dirección IP de la cola sirve en este caso como una identificación unívoca, que es necesaria para transmitir los paquetes de datos IP a través de una red de mallas de saltos múltiples. Para una transmisión de paquetes con éxito se presupone que cada paquete de datos contiene una dirección de destino IP válida en la cabecera IP. Esto presupone de nuevo que cada terminal conectado en la MMN posea una dirección IP unívoca. En las soluciones MMN actuales, a tal fin cada interfaz de la red de acceso de un encaminamiento cubre una sub-red IP propia, ver la figura 2. Dentro de esta sub-red, el nodo de la MMN puede asignar con la ayuda de DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol [6], en el caso de que se utilice el protocolo de Internet Versión 4, IPv4) direcciones IP a los terminales conectados. A través de esta dirección topológicamente correcta se garantiza la conectividad IP de los terminales con otros usuarios IP.

25 El estado actual descrito anteriormente de las soluciones MMN existentes tiene inconvenientes decisivos. El primer problema consiste en la transmisión de paquetes, que pertenecen a protocolos, que se ejecutan por debajo de la Capa IP y, por lo tanto, no contienen cabecera IP, por ejemplo Address Resolution Protocol (ARP [4]) o Neighbour Discovery Protocol (NDP [5]). Puesto que las soluciones MMN actuales transmiten paquetes dentro de una red de mallas con la ayuda de la dirección de destino IP, estos paquetes no se pueden transmitir a través de varios saltos.

En efecto, existen soluciones Túnel y Proxy ARP (por ejemplo [12]), que pueden aliviar este problema, pero éstas requieren un gasto de configuración alto y, por lo tanto, vuelven inflexible la estructura de tales redes.

30 El segundo problema de los principios existentes hasta ahora consiste en un soporte insuficiente de la movilidad de los terminales. Pero el soporte de la movilidad juega un papel importante en redes de mallas de saltos múltiples, para elevar la satisfacción de los clientes y la aceptación de tales redes. El soporte de la movilidad amplía la posibilidades de aplicación de una red de mallas, posibilitando a los terminales móviles moverse entre diferentes nodos MMN, sin interrumpir en este caso las comunicaciones de datos activas. Puesto que en las soluciones actuales cada encaminamiento MMN cubre una sub-red IP propia para cada interfaz de acceso, la dirección IP de un terminal móvil debe modificarse, cuando éste lleva a cabo una llamada “conmutación” (Handover). Los principios de movilidad en la Capa de la Red (Mobile IPv4 [7]) o capas superiores (HIP [9], SIP [8], SCTP [10]) deben utilizarse para garantizar la conectividad ininterrumpida entre los terminales móviles y otros terminales IP. En virtud de las demoras, que se producen a través de la configuración de una dirección IP nueva, por ejemplo a través de DHCP,

no se garantiza, sin embargo, una movilidad sin solución de continuidad. También las soluciones Túnel y Proxy ya mencionadas anteriormente soportan la movilidad solamente en una medida insuficiente.

5 Los Protocolos de Encaminamiento de Malla de Capa 2 hasta ahora, que han sido desarrollados, por ejemplo, dentro de las Normas IEEE 802.16 y 802.11s, están diseñados de tal forma que están adaptados a la norma respectiva y, por lo tanto, estarán integrados en el hardware (tarjeta de interfaz de la red). Por lo tanto, estos protocolos solamente se pueden emplear dentro de una red de mallas que se basa en la tecnología respectiva. Tales redes de mallas no se pueden emplear, por lo tanto, con los nodos MMN, que se basan en otra tecnología. Esto significa que hardware de diferentes fabricantes o bien de diferentes normas no es compatible entre sí.

10 Las limitaciones descritas anteriormente del estado actual de la técnica requieren configuraciones parcialmente complicadas de nodos MMN, en particular en el caso de la ampliación de una red de mallas de saltos múltiples existente, lo que retarda esencialmente su ampliación y, por lo tanto, eleva el gasto, pero también los costes. Además, en el caso de aplicación de protocolos de movilidad de capas más elevadas, se producen tiempos de conmutación grandes, que no pueden garantizar un cambio ininterrumpido del punto de acceso. Esto se debe a que después de una conmutación se configura en primer lugar una dirección IP nueva y eventualmente debe establecerse una ruta nueva a través de la red de mallas de saltos múltiples. El retardo de conmutación puede ser, por lo tanto, de varios segundos, lo que puede ser un valor inaceptable para los clientes móviles, en particular en el caso de aplicaciones críticas de tiempo, como por ejemplo Voice over IP (VoIP) o vídeo conferencia.

Resumen de la invención

20 La presente solicitud describe un procedimiento y un sistema de comunicaciones, para eliminar los problemas descritos anteriormente del estado de la técnica. Con el procedimiento propuesto anteriormente se puede realizar un llamada Plug-and-Play MMN, que aparece para el usuario con una red con varios puntos de acceso conectados directamente en la sub-red y que funciona de forma transparente con respecto a la Capa IP.

Este cometido se soluciona a través de un procedimiento y un dispositivo con las características de las reivindicaciones independientes. A partir de la figura 4 se puede deducir una representación gráfica correspondiente.

25 La idea básica de la invención consiste en una nueva unidad de conmutación de paquetes, que se emplean entre las Capas MAC e IP y que procesa los paquetes de datos con la ayuda de direcciones de hardware fuente y de hardware cola. Las informaciones sobre cómo debe procesarse un paquete por la unidad de conmutación de paquetes, se memorizan en una Tabla de Desvío de Malla (MFT). Los datos memorizados en la MFT solamente pueden ser controlados (borrados, añadidos o modificados) por una unidad de administración MFT. El segundo punto esencial de esta invención describe un procedimiento para la formación y conservación de la MFT.

30 La unidad de conmutación de paquetes procesa los paquetes de datos con la ayuda de las direcciones de Capa 2 contenidas en cada paquete. La figura 4 muestra el esbozo de un nodo de la MMN ejemplar, en que se emplea el nuevo procedimiento.

35 El nodo de malla reproducido posee dos interfaces de la red. Con la ayuda de una interfaz de la red de la columna vertebral, el nodo se puede comunicar con nodos adyacentes de la malla a través de la columna vertebral MMN. La interfaz de la red de acceso sirve para la conexión de nodos móviles en la red de acceso MMN.

40 El elemento principal de la nueva arquitectura de nodos, la unidad de conmutación de paquetes, puede recibir / transmitir los paquetes de datos desde / hacia todas las interfaces de la red y desde / hacia la capa IP del nodo de la MMN (el nodo de la MMN propiamente dicho). De esta manera, la unidad de conmutación puede transmitir los paquetes de datos entre todas las interfaces de la red incluido el propio nodo de la MMN (capa IP). La información necesaria para la transmisión de paquetes de datos a través del salto siguiente en la dirección de la cola del paquete se memoriza en la Tabla de Desvío de Malla (MFT). La MFT está presente en todos los nodos MMN y contiene las direcciones de hardware (direcciones MAC) de las interfaces de la red, pero contiene también de terminales móviles los nodos MMN, que se utilizan para la transmisión de datos. La modificación de los datos de la MFT se realiza a través de la unidad de administración de la MFT de acuerdo con la nueva lógica de administración y se activa a través de diferentes eventos. Éstos pueden ser tanto eventos del Protocolo de Encaminamiento utilizado en la MMN, pero también eventos de la capa MAC de la interfaz de la red de acceso, que se utiliza para la conexión de los terminales móviles en un nodo de la MMN. Esto posibilita una adaptación muy rápida del encaminamiento dentro de la red de mallas hacia la posición actual de los nodos finales móviles. De esta manera, se reduce esencialmente el retardo de conmutación. Para transmitir la información actual sobre la posición de los nodos móviles más rápidamente a otros nodos MMN, la unidad de administración de la MFT puede activar el Protocolo de Encaminamiento de malla, para que se genere un mensaje de señalización adicional. Los paquetes de datos a transmitir o bien pueden proceder de la capa superior (el nodo de la MMN genera el propio paquete) o pueden ser recibidos a través de una interfaz de la red (el nodo de la MMN transmite el paquete o el paquete está direccionado al nodo de la MMN). Los paquetes o bien pueden ser enviados a través de una interfaz de la red o pueden ser transmitidos a la capa superior (el nodo de la MMN es el receptor del paquete) o ambas cosas juntas (por ejemplo, para paquetes de radiodifusión recibidos). El protocolo de configuración contiene los ajustes, que son realizados por

un administrador del sistema. Éstas son las informaciones sobre direcciones IP internas de los nodos MMN en la columna vertebral MMN, la información de si el nodo funciona como puerto de acceso MMN y, en caso afirmativo, qué interfaz se utiliza para ello y con qué parámetros.

5 A través del empleo del nuevo procedimiento se obtienen las siguientes ventajas frente al estado actual de la técnica:

- Los paquetes, que pertenecen a protocolos, que funcionan por debajo de la capa I=P, se pueden transmitir dentro de una MMN, por ejemplo: ARP, NDP, etc.
- Es posible la utilización de una asignación central de direcciones (servidor DHCP) para toda la MMN. De esta manera se evita la distribución en parte muy complicada de direcciones IP existentes entre nodos MMN individuales.
- En caso de cambio del punto de acceso de terminales móviles, no es necesaria una nueva configuración de la dirección IP. De esta manera, se pueden reducir los tiempos de conmutación y se puede soportar mejor la movilidad, puesto que no se necesita protocolos de movilidad de capas superiores (por ejemplo, MobileIP).
- A través de la activación utilizada de la capa MAC y del Protocolo de Encaminamiento de malla se pueden intercambiar rápidamente informaciones sobre modificaciones de la posición de nodos móviles entre los nodos MMN de una red de mallas. Esto acelera la actualización de las rutas y de esta manera reduce esencialmente los tiempos de conmutación.
- En comparación con los protocolos de encaminamiento de Capa 2, la solución descrita en esta invención es independiente de la tecnología, de manera que posibilita la formación de redes de mallas heterogéneas, sobre la base de diferentes tecnologías. El hardware existente se puede continuar utilizando, puesto que la solución propuesta se puede realizar como controlador de software.
- En comparación con las soluciones Túnel/ARP-Proxy, el procedimiento descrito en esta invención requiere un gasto de configuración mínimo, lo que reduce el gran medida los costes de administración de una red de mallas, en particular en el caso de ampliación de una red existente.

Descripción de las figuras

A continuación se describen brevemente las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra una red de mallas de saltos múltiples general.

La figura 2 muestra la arquitectura de la red de una red de mallas de saltos múltiples con varios dominios IP.

30 La figura 3 muestra la utilización de una red de mallas de saltos múltiples Plug-and-Play.

La figura 4 muestra la estructura de encaminamiento de un nodo de mallas.

La figura 5 muestra la estructura de una Tabla de desvío de Mallas (MFT).

La figura 6 muestra la administración de la MFT.

35 La figura 7 muestra el re-envío de un paquete de datos de radiodifusión a través de la interfaz de la red de la columna vertebral.

La figura 8 muestra un escenario ejemplar con el encaminamiento basado en la MFT empleada.

La figura 9 muestra MFTs sobre nodos MMN después del arranque.

La figura 10 muestra MFTs sobre nodos MMN después del arranque de terminales móviles.

La figura 11 muestra MFTs sobre nodos MMN después de la movilidad del terminal móvil m1.

40 Descripción detallada de las formas de realización:

La figura 5 representa la estructura general de una Tabla de Desvío de Malla (MFT), que es un elemento principal de la invención. La representación gráfica sirve para una mejor comprensión del modo de funcionamiento de la MFT. La forma o bien la memorización de los datos de la tabla depende de la implementación y puede variar de un sistema a otro. En principio, la MFT está constituida por columnas y series. Con la ayuda de las series se pueden identificar paquetes con la ayuda de la dirección de hardware de fuente y

cola. Las columnas de la MFT indican cómo debe procederse en adelante con los paquetes.

La identificación de una entrada de datos (o de una serie de datos) en la MFT se basa en la pareja de direcciones de hardware de fuente → cola. Cada paquete de datos a transmitir contiene las direcciones de hardware de fuente y cola. En las redes conectadas por cable basadas en Ethernet (IEEE 802.3), por ejemplo, éstas son las direcciones MAC de las interfaces de la red del emisor y del receptor. La utilización de la pareja de direcciones de hardware de fuente → cola posibilita una generación muy flexible y múltiple de posibilidades de transmisión de un paquete de datos a través de la red. En principio, para la identificación de las series se puede utilizar también solamente la dirección de destino, pero también son concebibles características de distinción más detalladas, por ejemplo, campos específicos en IP, UDP y/o cabeceras TCP. De esta manera, no sólo se pueden generar rutas específicas de los nodos, sino también rutas específicas de la aplicación a través de la red de mallas de saltos múltiples.

Las columnas MFT muestran qué posibilidades existen para continuar tratando un paquete. Cada interfaz de la red presente en el nodo de la MMN se registra en la MFT como una columna de interfaces de la red. En el ejemplo de la figura 5, el nodo de la MMN posee dos interfaces de la red Iface1 e Iface2 con las direcciones de hardware correspondiente m0 y m1.

Adicionalmente, cada nodo de la MMN tiene una llamada columna IP, que indica que un paquete recibido está diseccionado al nodo de la MMN propiamente dicho y, por lo tanto, es transmitido a las capas superiores (IP, ARP, etc.) para el procesamiento.

Una columna GW solamente está presente en los puertos de acceso MMN y representa la interfaz de la red conectada por cable, que sirve para la transmisión de los paquetes de datos desde la red de mallas de saltos múltiples hasta otra red conectada por cable.

Cada columna de las interfaces de la red contiene una o varias sub-columnas con las direcciones de hardware de los nodos, que se encuentran en proximidad directa (1 salto) de la interfaz correspondiente de la red. Estas columnas indican cuál de estas vecinas se puede utilizar como salto siguiente, para acceder a un tercer nodo de la MMN, que se encuentra en la proximidad de 2 saltos. En general, en la figura 5, la interfaz de la red Iface1 posee una vecina directa con la dirección de hardware a1, las vecinas con direcciones de hardware m2 y m3 son accesibles a través de la interfaz de la red Iface2.

Además, cada columna de las interfaces de la red en la MFT posee una sub-columna con la dirección de hardware de radiodifusión. Ésta es la dirección de radiodifusión de la tecnología de comunicación respectiva, que se utiliza para asegurar que un paquete enviado es recibido por cada nodo conectado al enlace correspondiente.

La MFT es generada sobre cada nodo después de la conexión del aparato. Inmediatamente después, la MFT solamente contiene las interfaces de la red halladas con la sub-columna de radiodifusión respectiva. Además existe una serie any→bsct, que se utiliza para paquetes de datos de radiodifusión.

Sobre cada nodo de la MMN se crea adicionalmente una serie de datos de la MFT any→any durante el arranque del ordenador (sobre el puerto de acceso de la MMN) o posteriormente por la unidad de administración MFT. Sobre un nodo de la MMN, esta entrada de datos contiene la información sobre el salto siguiente (nodo de la MMN) en la dirección del puerto de entrada de la MMN. Sobre cada puerto de acceso MMN, esta entrada de datos contiene la información sobre la interfaz de la red, que se utiliza para la conexión de la red de mallas de saltos múltiples en las otras redes IP. En el ejemplo mostrado en la figura 5, la columna GW designa la interfaz de la red conectada por cable, que sirve para la transmisión de los paquetes de datos desde una red de mallas de saltos múltiples hasta otra red conectada por cable.

En el caso de que se desconecte o se conecte una interfaz de la red, o bien se añade la columna correspondiente a la MFT o se borra de la MFT. La administración de la MFT, así como la generación de nuevas sub-columnas y de nuevas series de datos con parejas de direcciones de hardware del tipo fuente → cola es controlada por la unidad de administración de MFT, que evalúa los eventos producidos por el Protocolo de Encaminamiento utilizado en la red de mallas de saltos múltiples o por la interfaz de la red de acceso utilizada para la conexión de los nodos normales.

Por lo tanto, la MFT indica cómo debe procederse en adelante con un paquete recibida con una combinación de direcciones de fuente – cola determinada. Un punto negro indica qué acción es aplicable para cada pareja de direcciones. Esta información es evaluada a partir de la MFT y es utilizada para establecer un cuadro de datos de la tecnología de transmisión respectiva y para enviarla al salto siguiente o a los saltos siguientes. Una serie de datos de la MFT puede contener informaciones sobre varios saltos siguientes (varias direcciones de hardware). En este caso, se multiplica el paquete, y se envía a todos los saltos siguientes, a los que remite la serie de datos de la MFT correspondiente.

De esta manera, en el ejemplo de la figura 5, se envían todos los paquetes de datos del nodo con la dirección de hardware (HA) a1 (dirección fuente), que están diseccionados al nodo con la HA a3 (dirección cola), a través del nodo de la MMN con la HA m2. Las parejas DE LA MFT de fuente → cola existentes son investigadas unas detrás de otras desde el principio hasta el final, hasta que se encuentra una coincidencia entre los datos en el paquete de datos y en la entrada de datos de la MFT.

A continuación se describe la administración de una Tabla de Desvío de Mallas.

La funcionalidad básica de un Protocolo de Encaminamiento para redes de mallas de saltos múltiples reside en enviar informaciones sobre ellas mismas y sobre los nodos conectados o bien sobre los nodos, que pueden ser accesibles a través de un nodo de la MMN determinado, hasta la red de mallas de saltos múltiples. La información sobre la calidad del enlace, el número de saltos hacia un nodo, la información de si un nodo de la MMN es un puerto de acceso MMN, etc. puede estar contenida adicionalmente en mensajes de señalización. En virtud de esta información se calculan por el Protocolo de Encaminamiento las rutas lógicas hacia determinados nodos. Las reglas, cómo están constituidas las rutas entre determinados nodos, depende de la lógica del Protocolo de Encaminamiento respectivo y no es componente de esta solicitud. Como ya se ha mencionado anteriormente, en protocolos de encaminamiento actuales, se calculan las rutas sobre la base de las direcciones IP de IP-Hosts o bien de sub-redes IP individuales, que se pueden asociar a los nodos MMN.

Para realizar el procedimiento descrito aquí, se conmuta la identificación unívoca de los nodos MMN o bien de los terminales desde la dirección IP a la dirección de hardware. De esta manera, no se modifica el modo de funcionamiento de los protocolos de encaminamiento. En lugar de la información sobre las direcciones IP de los nodos, que están presentes en una red de mallas de saltos múltiples, se transmite la información a través de sus direcciones de hardware. Para las explicaciones posteriores, las informaciones básicas que se transmiten en los mensajes de señalización de un Protocolo de Encaminamiento y que se transfieren a la unidad de administración de la MFT, se definen a continuación:

Vecino de un salto

- Info_neighbour[iface, ha, GW]: el nodo de la MMN con la dirección de hardware ha esté presente en la red de mallas y es un vecino directo del nodo local. El indicador GW señala si este nodo de la MMN es un puerto de acceso MMN o no. Iface contiene la información sobre la interfaz de la red a través de la cual ha sido recibido este mensaje. Este evento es activado, por ejemplo, después de la recepción de mensajes de señalización HELLO en OLSR [1] y AODV [2] y es transmitido a la unidad de administración de la MFT.

Información de accesibilidad

- Info_reachability[iface, ha_r, ha, GW]: el nodo con la dirección de hardware ha_r puede ser accedido a través del nodo de la MMN con la dirección de hardware ha. En este caso, ha_r puede ser o bien la HA de un nodo móvil conectado a través de un nodo de la MMN o de un nodo de la MMN propiamente dicho. El indicador HW señala si el nodo de la MMN ha se puede utilizar como salto siguiente en la dirección del puerto de acceso MMN. La decisión sobre ello corresponde a la lógica interna del Protocolo de Encaminamiento utilizado en la red de mallas de saltos múltiples y no es componente de esta solicitud. Iface contiene la información sobre la interfaz de la red, a través de la cual se ha recibido este mensaje. Este evento es activado, por ejemplo, después de la recepción por la Host and Network Association (HNA) de mensajes de señalización en OLSR [1] y es transmitido a la unidad de administración de la MFT.

A continuación se describe cómo se envía la Iface Info a la unidad de administración de la MFT.

Para crear con éxito las entradas de datos correspondientes en la MFT y soportar la movilidad de los nodos conectados en una red de mallas de saltos múltiples, la interfaz de la red de acceso de los nodos MMN debe poder suministrar determinados eventos a la unidad de administración de la MFT. El más importante de estos eventos es la asociación de un nuevo terminal con la interfaz de la red de acceso. Otros eventos, como por ejemplo la separación de un terminal fuera de la interfaz de la red de acceso del nodo de la MMN se pueden definir adicionalmente para elevar la exactitud y la velocidad de la reacción al estado de la red. Para explicaciones adicionales se definen a continuación las informaciones básicas, que son transferidas desde la interfaz de la red de acceso de un nodo de la MMN a la unidad de administración de la MFT:

- Info_association[iface_z, ha_m: el terminal móvil con la dirección de hardware ha_m se ha asociado con el nodo de la MMN. Por ejemplo para la tecnología de acceso IEEE 802.11, el terminal móvil ha terminado el procedimiento de asociación. La interfaz de la red de acceso IEEE 802.11 del nodo de la MMN, con el que se ha asociado el terminal móvil, puede transmitir esta información a la unidad de administración de la MFT. Iface_z identifica la interfaz de la red, con la que se ha asociado el terminal

móvil.

La estructura general de los flujos de información entre la unidad de administración de la MFT, el Protocolo de Encaminamiento utilizado en la red de mallas de saltos múltiples y la capa MAC de la interfaz de la red de acceso presente en un nodo de la MMN se esboza en la figura 6.

5 A continuación se describe un ejemplo de un vecino de un salto. Después del comienzo de un nodo de la MMN se envían las informaciones a través del nodo de la MMN y su funcionalidad de puerto de acceso desde cada nodo de la MMN dentro de la columna vertebral de la MMN. Después de la recepción de tales mensajes de señalización, el Programa del Protocolo de Encaminamiento genera el nuevo evento Info_neighbour[lface, ha, GW] en la unidad de administración de la MFT. Después de la recepción de este evento, la unidad de administración de la MFT verifica si una sub-columna con la dirección de hardware (HA) ha está ya asociada a la interfaz de la red lface. Si éste no es el caso, se crea esta sub-columna. En el caso de que el indicador GW esté colocado, la unidad de administración de la MFT (MFTVE) verifica si está presente una entrada de datos any→any en la MFT. En caso afirmativo y en el caso de que la entrada de datos no remita al vecino con la HA, se borra esta entrada. Esta situación significa que se ha modificado el puerto de acceso predeterminado de la MMN, porque o bien se ha modificado la ruta hacia el puerto de acceso de la MMN o, en cambio, en el caso de que se utilicen varios puertos de acceso de la MMN en la red de mallas de saltos múltiples, uno de estos puertos de acceso falla. A continuación se crea una nueva entrada de datos any→any, que remite a la sub-columna con la HA ha. A continuación, la MFTVE informa al Protocolo de Encaminamiento se ha accedido ahora al nodo de la MMN con la HA ha a través de este nodo de la MMN. Esto es necesario cuando el Protocolo de Encaminamiento utilizado en la red de mallas de saltos múltiples no transmite esta información por sí misma. El indicador GW es recibido en los nuevos mensajes de señalización.

A continuación se describe un ejemplo de la asociación lface. La interfaz de la red de acceso anuncia asociaciones de los nuevos terminales móviles. Como evento de una asociación se conoce la HA ha_m del terminal móvil en cualquier tecnología de acceso. La interfaz de la red de acceso (su capa MAC) genera un nuevo evento Info_association[lface_z, ha_m] y o envía a la MFTVE. En el caso de que la capa MAC no proporcione tales eventos, se puede consultar esta información también regularmente desde la MFTVE. Como evento de una consulta, la MFTVE recibe las mismas informaciones, que en el caso de un evento Info_association. La MFTVE verifica si una sub-columna con la HA ha_m está asociada a la columna lface_z. Si éste no es el caso, se crea esta sub-columna. A continuación, la MFTVE verifica si existe una entrada de datos any→ha_m en la MFT. En caso afirmativo y en el caso de que la entrada de datos no remita a la columna - sub-columna lface_z-ha_m, se borra esta entrada de datos. Esto significa que un nodo móvil ha cambiado desde otro nodo de la MMN hacia el nodo de la MMN. A continuación, se crea una nueva entrada de datos any→ha_m, que remite a la sub-columna HA ha_m. Después de la modificación de la MFT, la MFTVE informa al Protocolo de Encaminamiento que a partir de este momento el terminal móvil ha_m es accesible a través de este nodo de la MMN. El Protocolo de Encaminamiento enviará esta información a la red de mallas de saltos múltiples, el indicador GW se coloca en mensajes de señalización en 0, puesto que el terminal móvil no es un puerto de acceso de la MMN.

A continuación se da un ejemplo de accesibilidad. Después de la recepción de un mensaje de señalización desde la columna vertebral de la MMN, en el que se señala qué nodos pueden ser accesibles con qué direcciones de hardware a través de que nodos de la MMN con una dirección de hardware específica, en primer lugar interviene la lógica del Protocolo de Encaminamiento utilizado en la red de mallas de saltos múltiples para calcular las rutas entre nodos individuales. En el caso de que la lógica del Protocolo de Encaminamiento decida que un nodo con HA ha_r puede ser accesible a través de un nodo de la MMN con HA, entonces el Protocolo de Encaminamiento genera un nuevo evento info_reachability[lface, ha_r, GW]. lface identifica la interfaz de la red, a través de la cual el nodo de la MMN recibe y envía los mensajes en la red de mallas de saltos múltiples. El indicador GW señala si el nodo ha_r es un puerto de acceso de la MMN. Después de la recepción de este evento, la MFTVE verifica si existe una sub-columna con la HA ha en la MFT. Ésta debería existir, puesto que un nodo de la MMN envía en primer lugar siempre los mensajes de señalización a través de su presencia en la red de mallas de saltos múltiples, de manera que el evento Info_neighbour debe haber sido enviado previamente por la MFTVE. A continuación, la MFTVE verifica si existe una sub-columna para ha_r en la MFT. En caso afirmativo, esta sub-columna se borra. En el caso de que en la MFT existan entradas de datos con la dirección de cola ha_r, éstas se borran también. Esta situación significa que un terminal móvil ha cambiado su nodo de la MMN a través del cual está conectado en la red de mallas de saltos múltiples. A continuación, la MFTVE crea una nueva entrada de datos de la MFT any→ha_r con referencia a la sub-columna ha asociada a la interfaz de la red.

Anteriormente se han descrito los eventos básicos en la red y la funcionalidad de la MFTVE en función de estos eventos. Se pueden definir otros eventos para crear las rutas más exactas entre determinados nodos o bien aplicaciones. De esta manera, se pueden transmitir, por ejemplo, los paquetes de una ftp-Session a través de una ruta y los paquetes de datos de una VoIP-Session a través de otra ruta y/o a través de otro puerto de acceso de la MMN, en el caso de que estén presentes varios puertos de acceso de la MMN en la red de mallas de saltos múltiples.

A continuación se describe la utilización de una Tabla de Desvío de Malla. La MFT se utiliza en la transmisión de

paquetes de datos. Éstos pueden ser tanto paquetes de datos, que el nodo local recibe desde uno de sus vecinos y lo transmite a un segundo vecino, pero también paquetes, que son generados por una capa superior (por ejemplo, Protocolo de Encaminamiento) del nodo propiamente dicho.

5 En el caso de la transferencia de un paquete de datos de un único emisor a un único receptor (unicast), la MFT es investigada desde el comienzo hasta el final para buscar una entrada de datos, en la que las direcciones de hardware de fuente y cola coinciden con los datos memorizados en la entrada de datos. También es posible, en función de los ajustes del sistema, utilizar solamente la cola HA o también otros contenidos existentes en el paquete de datos como criterios de búsqueda. El paquete de datos es transmitido entonces como se define en la entrada de datos.

10 En el caso de transmisión de un paquete de datos de radiodifusión, se verifica el paquete en primer lugar con respecto a su validez. Debido a la naturaleza sin cables de una red de mallas de saltos múltiples, el paquete de radiodifusión no sólo es enviado a través de varias interfaces de la red de un nodo de la MMN sino también a través de la interfaz de la red, de la red, a través de la cual ha sido recibido el paquete de datos. De esta manera se posibilitan escenarios, similares a los representados en la figura 7.

15 En este escenario ejemplar, entre los nodos 1 y 3 de la MMN no existe ninguna comunicación de telefonía móvil directa. En el caso de que el nodo 1 de la MMN envía un paquete de datos de radiodifusión, éste es recibido por el nodo 2 de la MMN y es reenviado a través de la misma interfaz de la red. De esta manera, el nodo 3 de la MMN está también en condiciones de recibir el paquete de datos de radiodifusión desde el nodo 1 de la MMN. Al mismo tiempo, naturalmente también el nodo 1 de la MMN recibe el paquete de datos de radiodifusión reenviado por el nodo 20 2 de la MMN. Pero este nodo de la MMN no debe tener ya en cuenta el contenido de datos, puesto que él es el propio generador del paquete. Los métodos para reconocer tales situaciones y para borrar un paquete de datos recibido repetido son conocidos por el técnico y, por lo tanto, se aplican al nodo.

La entrada de datos de la MFT para paquetes de datos, que están diseccionados a la dirección de radiodifusión, remite a cada interfaz de la red en la MFT como en la figura 5. En el caso de que un paquete de datos de radiodifusión sea recibido en un puerto de acceso de la MMN a través de la interfaz de la MMN, a través de la cual el puerto de acceso de la MMN está conectado en otra red, no es necesario enviar de nuevo el paquete de datos a través de esta interfaz de la red. En el caso de que el paquete de datos de radiodifusión llegue desde la capa IP de un nodo de la MMN, no debe ser enviado de nuevo a la capa IP. Por lo tanto, el paquete de datos de radiodifusión se multiplica después de la verificación de la validez del paquete y se transmite a todas las interfaces de la red referenciadas en la entrada de datos de la MFT de radiodifusión, con la excepción de la interfaz de la red, que conecta el puerto de acceso de la MMN con una red externa o con la capa IP del nodo de la MMN, en el caso de que el paquete de datos de radiodifusión sea recibido por éste.

25 En el caso de que no se encuentren ninguna entrada de datos de la MFT adecuada para los datos en paquetes, se desecha el paquete de datos.

35 A continuación se hace referencia a la seguridad y a la resistencia a los fallos de los métodos descritos.

Puede suceder que durante la transmisión de mensajes de señalización del Protocolo de Encaminamiento utilizado en la red de mallas de saltos múltiples, lleguen mensajes más anticuados a un nodo de la MMN más tarde que los mensajes más recientes. Normalmente las medidas para evitar tales situaciones o bien sus repercusiones negativas, son proporcionadas por el propio Protocolo de Encaminamiento. La mayoría de las veces, se asocia a tal fin a cada paquete de mensajes un número de secuencia unívoco, que contiene la actualidad del mensaje. Si tales procedimientos no fuesen proporcionados por el Protocolo de Encaminamiento, también es posible integrar mecanismos correspondientes en la MFTVE. Por ejemplo, se puede utilizar el procedimiento ya descrito anteriormente, que se basa en la utilización de números de secuencia. En este caso, una parte del Protocolo de Encaminamiento debería realizarse en la MFTVE. La especificación exacta de estas medidas es conocida por el técnico y no es un componente de esta invención.

El procedimiento descrito aquí para la transmisión de datos se basa en la utilización de direcciones de hardware de los nodos de la MMN y de los terminales. Esto posibilita la intervención sobre la red de mallas de saltos múltiples, puesto que las direcciones de hardware se pueden falsificar de manera relativamente fácil. También para la prevención de tales situaciones existen ya medidas, que se pueden integrar en el procedimiento descrito, por ejemplo IEEE 802.11f [11].

50 A continuación se describen algunos ejemplos de realización para comunicación IP entre un terminal conectado en la red de mallas de saltos múltiples y otro usuario IP que se encuentra en la misma red de mallas o en otra red IP.

La figura 8 representa un escenario de red ejemplar, con cuya ayuda se explica paso a paso la funcionalidad detallada del procedimiento propuesto durante la formación de una conectividad IP y de una transmisión de datos IP así como la realización de una conmutación.

En una red de mallas de saltos múltiples están presentes 4 nodos de la MNN n1, n2, n3 y n4. Para la comunicación entre los nodos individuales de la MNN se utilizan interfaces de redes sin cables W1 (por ejemplo, IEEE 802.11) con las direcciones de hardware n1-n4 correspondientes. Los nodos de la MNN n2, n3 y n4 se pueden comunicar directamente entre sí, puesto que se encuentran en el alcance de telefonía móvil de los otros nodos respectivos. El nodo de la MNN n1 solamente se puede comunicar con los nodos de la MNN n3 y n4 a través del nodo de la MNN n2. El nodo de la MNN n4 es un puerto de acceso de la MMN, que está conectado con otra red conectada por cable (por ejemplo, IEEE 802.3, Ethernet). Por lo tanto, el nodo de la MMN n4 está conectado en el puerto 1 de un conmutador de Ethernet e, en cuyo puerto 2 está conectado un rúter IP con direcciones de hardware g y direcciones IP IPg correspondientes. A través del conmutador de Ethernet e se pueden conectar otros puntos de acceso (por ejemplo, IEEE 802.11 Access Points). Los nodos de la MMN n1-n3 tienen adicionalmente otras interfaces de la red W2 con direcciones de hardware a1-a3 correspondientes, a través de las cuales se pueden conectar los terminales móviles a la red de mallas de saltos múltiples. En el alcance de los nodos de la MMN n1 y n3 se encuentran dos terminales móviles m1 y m2 con direcciones de hardware correspondientes de las interfaces de la red, que las utilizan para la conexión en la red de mallas de saltos múltiples. Un IP-Host d con la dirección-IP IPd correspondiente está conectado en la red IP. Este nodo se utiliza en el escenario de la red descrito como un correspondiente para los terminales móviles.

En los ejemplos descritos a continuación, la primera etapa consiste en iniciar todos los nodos, que están representados en la figura 8. En la etapa siguiente, el terminal móvil m2 establece una comunicación IP con el correspondiente d y el terminal móvil m1 establece una comunicación IP con el terminal móvil m2. En el transcurso de estas comunicaciones, el terminal móvil m1 se mueve desde el rúter de la MMN n1 hacia el rúter de la MMN n2.

El ejemplo descrito aquí se basa en una red IPv4. Después del inicio de todos los nodos de la MMN se crean las MFTs en todos los nodos de la MMN. En las MFTs de los nodos MMN n1-n3 se registran las interfaces de la red W1 y W2 así como la capa IP. Además, se realizan entradas de datos para radiodifusión any→bcst y para las direcciones de hardware propias de las interfaces de la red presentes en los nodos de la MMN (any→aX y any→nX). El puerto de acceso de la MMN no posee ninguna interfaz de la red W2, pero en su lugar tiene una interfaz de la red GW conectada por cable, que conecta el puerto de acceso de la MMN y el conmutador de Ethernet.

El programa del Protocolo de Encaminamiento se inicia en todos los nodos de la MMN. Los mensajes de señalización con la información sobre la presencia de nodos de la MMN individuales se envían a través de la columna vertebral MMN. De esta manera, se añaden sobre el nodo de la MMN n4 las nuevas sub-columnas n2 y n3 a la interfaz de la red W1. Las entradas de datos any→n2 y any→n3 son generadas con referencia a los nodos de la MMN n2 y n3 correspondientes. Después de la recepción de un mensaje de señalización de n2 sobre la presencia de n1 se crea adicionalmente una nueva entrada any→n1 con referencia a n2. Sobre el nodo de la MMN (MK) n3 se añaden a la interfaz de la red W1 las nuevas columnas n2 y n4 con entradas de datos (any→n1 y any→n4) correspondientes. Puesto que el indicador GW de los mensajes de señalización está colocado por MK n4, n3 crea una nueva entrada de datos any→any con referencia a la columna n4. Después de la recepción de un mensaje de señalización de n2 a través de la presencia de n1 se crea adicionalmente una nueva entrada any→n2 con referencia a n2. El Protocolo de Encaminamiento sobre n2 puede colocar nueva la ruta hacia el puerto de acceso de la MMN a través del MK n2, por ejemplo en virtud de la mala calidad del encale n3 → n4. Esta funcionalidad está contenida en la lógica del Protocolo de Encaminamiento. El Protocolo de Encaminamiento informa a la MFTVE acerca de tales decisiones con la ayuda de los eventos Info_neighbour e Info_reachability con el indicador GW colocado o borrado. A través del MK n2 se añaden al W1 las nuevas columnas n1, n3 y n4 con entradas de datos correspondientes y se crea la entrada de datos adicional any→any con referencia a la columna n4. A través del MN n1 se coloca ahora una nueva columna n2 para el W1 con entrada de datos any→n2 correspondiente. Después de la recepción de un mensaje de señalización desde el n2 sobre la presencia de n3 y n4 se crean adicionalmente las nuevas entradas de datos any→n3 y any→n4 con referencia a n2. Se crea una nueva entrada de datos any→any con referencia a n2, independientemente de la ruta del puerto de acceso entre n2 y n4.

A continuación se describe la conexión de terminales móviles m1 y m2 y su asociación con la red de mallas de saltos múltiples.

Después del inicio del terminal móvil m1, éste busca puntos de acceso existentes a su alcance. Puesto que la interfaz de la red W2 del nodo de la MMN n1 está previsto para la conexión de nodos normales y los nodos n1 y m1 se encuentran a su alcance, el Terminal móvil m1 encuentra el punto de acceso al nodo MMN n1 e inicia el proceso de asociación de la red de acuerdo con la tecnología de acceso utilizada. Como resultado de esta asociación, la dirección de hardware (HA) del terminal móvil m1 de la interfaz de la red W2 es conocida en el nodo de la MMN n1. La MFTVE es informada de ello. Una nueva sub-columna m2 es añadida a la interfaz de la red con la entrada de datos any→m1 correspondiente. Adicionalmente se puede crear una entrada de datos m1→any, en el caso de que la HA fuente debe tenerse en cuenta durante la transmisión del paquete. La MFTVE informa a continuación al Protocolo de Encaminamiento que se puede acceder a una nueva HA a partir de este momento a través de este nodo de la MMN. Después de la recepción de los mensajes de señalización con esta información, el MK n2 crea una

nueva entrada de datos de la MFT any→m1 con referencia a n1 y los nodos de la MMN n3 y n4 crean la misma entrada con referencia a n2.

Después de la conexión del terminal móvil m2, se realizan las mismas operaciones que se han descrito anteriormente. A continuación se asocia el terminal m2 con el nodo de la MMN n2.

- 5 La figura 10 muestra las MFTs renovadas sobre todos los nodos de la MMN después de la conexión de m1 y m2, las modificaciones de las MFTs en comparación con las MFTs en la figura 9 están representada en gris.

A continuación se muestra con la ayuda de la figura 10 un ejemplo de la configuración de una dirección-IP para el terminal móvil m1.

- 10 Después del establecimiento de una conexión física entre el terminal móvil m1 y el punto de acceso sobre el nodo de la MMN n1, debe asegurarse la conectividad IP para el terminal móvil. Se supone que no existen ajustes IP preconfigurados sobre el terminal móvil y éste pone en marcha el mecanismo CHDP para dejar configurar los ajustes IP desde el servidor DHCP.

A tal fin debe intercambiarse 4 mensajes DHCP entre m1 y el servidor DHCP g:

1. DHCP Discover, broadcast Packet: m1->bcst
- 15 2. DHCP Offer, unicast Packet: g->m1
3. DHCP Request, broadcast Paket: m1->bcst
4. DHCP ACK, unicast Paket: m1->g

- 20 El primer paquete es recibido sobre el nodo MMN n1. De acuerdo con la MFT, el paquete es transferido al propio MK en el sistema, cuyas copias son enviadas también a través de W1 y W2 por radiodifusión. El paquete es recibido en el MK n4 y es transmitido al sistema, cuyas copias son transmitidas de nuevo a través de las interfaces de la red W1 y GW. El paquete es recibido en el puerto 1 del conmutador de Ethernet e, la HA m1 de la fuente es asignada a este puerto y el paquete es transmitido de nuevo a través de todos los puertos conectados del conmutador. De esta manera, el rúter IP con la funcionalidad DHCP recibe el paquete. Todas las demás copias del paquete, que llegan a los nodos de la MMN n3 y n1, son ignoradas por el sistema o por mecanismos de protección o bien son desechadas, para impedir la inundación de radiodifusión.
- 25

- El servidor DHCP genera una respuesta y envía el segundo paquete con HA g→m1 de retorno en la dirección del conmutador de Ethernet 2. El conmutador de Ethernet e transmite el paquete unicast a través del puerto 1 en la dirección del MK n4. El MK n4 busca su MFT y encuentra la entrada de datos adecuada any→m1. De manera correspondiente, n4 envía el segundo paquete al salto siguiente, el MK n2. El MK n2 hace lo mismo y envía el paquete al ML n1. El MK n1 busca su MFT y envía el paquete directamente al terminal móvil m1 a través de la interfaz de la red de acceso W2. De esta manera, el segundo paquete de datos alcanzará su objetivo.
- 30

- De la misma manera, el tercero y el cuarto paquetes son transmitidos entre el terminal móvil m1 y el servidor DHCP g. A continuación, se configura un nuevo IP sobre el terminal móvil m1, incluyendo otros ajustes IP como máscara de sub-red, servidor y la puerta de acceso IPg predeterminada que se utiliza para los paquetes IP, que deben enviarse, por ejemplo, al IPd correspondiente.
- 35

Las mismas operaciones son realizadas también para el terminal móvil m2.

- 40 A continuación se describe la estructura de una conexión IP entre el terminal móvil m2 y el correspondiente d, que se encuentra en otra red IP.

- Después de que un nodo móvil ha configurado los ajustes IP, puede establecer una comunicación IP con otros nodos IP en la misma red de mallas de saltos múltiples o en otras redes. Puesto que la dirección IP del correspondiente se encuentra en otra sub-red IP, el terminal móvil m2 envía el paquete IP a través del rúter IP (puerto de acceso) con la dirección IP IPg. Para poder enviar los paquetes de datos a través de la IPg, el terminal móvil m2 debe conocer la dirección de hardware del rúter IP g. A tal fin, se intercambian los paquetes ARP entre el terminal móvil m2 y el rúter IP g:
- 45

1. ARP Request: broadcast Paket m2->bcst
2. ARP Reply unicast Paket: g->m2

- 50 El primer paquete es recibido exactamente como el paquete DHCP Discovery sobre el rúter IP g. Todas las otras copias del paquete sobre otros nodos son retiradas o bien por el sistema o por el mecanismo de protección de la

inundación. El sistema del rúter IP reconoce que debe generar una respuesta a este paquete y crea el paquete de respuesta ARP Reply con las direcciones de hardware g→m2 al terminal móvil m2. Este paquete es recibido en el puerto de acceso de la MMN n4 a través del conmutador de Ethernet e. Luego en virtud de la información en la MFT se transmite el paquete al MK n3. El MK n3 envía el segundo paquete directamente al terminal móvil m2. De esta manera, el terminal móvil m2 reconoce la HA del rúter IP g. Ahora puede comenzar con la transmisión propiamente dicha de datos IP hacia el correspondiente d. Las direcciones de hardware de fuente y cola de estos paquetes serán m2→g. En el nodo MMN n3 se transmiten de acuerdo con la entrada de datos any→any al puerto de acceso de la MMN n4 de acuerdo con la tecnología utilizada en la columna vertebral. Sobre el puerto de acceso de la MMN n4 se transmiten entonces a través del conmutador de Ethernet e y luego al rúter IP g, como se define en la Norma IEEE 802.3 (Ethernet). A tal fin se utilizan en último término solamente las direcciones de hardware de fuente y cola originales en el paquete de datos. De esta manera, se asegura la transmisión de estos paquetes de datos en la dirección del correspondiente d.

Los paquetes de datos desde el correspondiente d hacia el terminal móvil m2 son transmitidos también a través del rúter-IP g. En la sub-red, que forma el rúter IP. Las direcciones del hardware de estos paquetes de datos serán g→m2. El ajuste de estos paquetes se realiza exactamente como el ajuste del segundo paquete ARP.

A continuación se da un ejemplo para una movilidad de un terminal móvil entre dos nodos de la MMN en una red de mallas de saltos múltiples.

Durante la conexión IP establecida desde un terminal móvil y otro usuario IP, por ejemplo entre los terminales móviles m1 y m2, puede suceder que el terminal móvil abandone el campo de abastecimiento de un rúter de la MMN y se mueva a la región de abastecimiento de otro rúter MMN, por ejemplo el terminal móvil 1 desde el MN n1 hacia el MK n2. Después de abandonar la región de abastecimiento de la interfaz de la red de acceso e el MN n1, el terminal móvil m1 explora los canales de telefonía móvil para buscar los otros puntos de acceso presentes. Este proceso depende de la tecnología de acceso respectiva y se define en las normas correspondientes. Después de la exploración, el terminal móvil m1 se asocia con el punto de acceso hallado, en el ejemplo con la interfaz de la red de acceso W2 presente en el MK n2. Este proceso depende de nuevo de la tecnología de acceso respectiva. Después de la asociación, la interfaz de la red de acceso genera el evento Info_association en la MFTVE. Con este evento, de acuerdo con el algoritmo descrito en la Sección 3.b, se borra sobre el MK n2 la entrada de datos antigua any→m1 y se añade una nueva sub-columna m1 con la interfaz de la red W2. Adicionalmente se crea una nueva entrada de datos any→m1 con referencia a m1. La información de que el terminal móvil es accesible a partir de ahora a través del MK n2, es transmitida al Programa de Protocolo de Encaminamiento, que envía esta información a través de la columna vertebral de la MMN. Después de la recepción de este mensaje de señalización, los Programas de Protocolo de Encaminamiento generan en MK n1, n3 y n4 los eventos Info_reachability en la MFTVE de los nodos de la MMN correspondientes. Las entradas de datos any→m1 existen sobre todos los nodos de la MMN. Por otra parte, se remite a MK n3 y n4 sobre los mismos nodos de la MMN n2. De esta manera, el nuevo evento no tiene ninguna información nueva para estos nodos de la MMN, por lo tanto no se modifican las entradas de datos sobre éstos. La entrada de datos existente sobre el nodo de la MMN n1 any→m1 remite al terminal móvil m1 propiamente dicho. El evento Info_reachability contiene, por lo tanto, la información nueva para el nodo de la MMN n1. La entrada de datos existente any→m1 y la sub-columna m1 se borran entonces y se genera una nueva entrada de datos any→m1 con referencia al nodo de la MMN n2. Las MFTs de todos los nodos de la MMN después de estas operaciones se muestran en la figura 11, las modificaciones están subrayadas en gris.

En el caso de que el sistema operativo instalado en el terminal móvil decida realizar una nueva dirección IP para el terminal después de la re-asociación con el nuevo punto de acceso, se inicia un nuevo proceso DHCP. A tal fin, el terminal m1 se comunica con el servidor DHCP IPg, como ya se ha descrito anteriormente. Pero el servidor DHCP indicará que la dirección (de hardware) MAC y la dirección IP deseada del terminal que realiza la consulta son las mismas, como se ha configurado anteriormente en el punto 3. Por lo tanto, se comunica al terminal móvil m1 la misma dirección IP, de manera que no se modifica la re-asociación con el nuevo punto de acceso.

La comunicación entre los terminales móviles m1 y m2 se desarrolla en adelante sin interrupción. El retardo del procesamiento de conmutación en la aplicación propuesta se limita a la búsqueda de un nuevo punto de acceso, la asociación con éste y el envío de un mensaje de señalización sobre la nueva posición del terminal móvil hacia la red de mallas de saltos múltiples. Este mensaje se puede generar inmediatamente después del evento Info_association por la interfaz de la red de acceso. Puesto que los dos nodos de la MMN, entre los cuales se mueve el terminal móvil (MK antiguo y nuevo), están conectados, en general, por la vía directa entre sí (no existe ningún nodo de la MMN intermedio), el mensaje de señalización es recibido sin demora sobre el MK antiguo. La MFT instalada en el MK antiguo es modificada entonces por la MFTVW directamente después del evento Info_reachability por el Protocolo de Encaminamiento. Los paquetes de datos más antiguos, que pueden ser recibidos todavía eventualmente sobre el MK antiguo, son transmitidos entonces sobre el MK nuevo. De esta manera no se producen pérdidas de paquetes. Los paquetes nuevos son transmitidos directamente al nuevo MK, de manera que el retardo de conmutación permanece mínimo.

Lista de literatura**Referencias**

- 5 [1] T. Clausen, P. Jacquet. Optimized Link State Routing Protocol (OLSR). IETF RFC 3626, Octubre 2003. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt>
- [2] C. Perkins, E. Belding-Royer, S. Das. Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing. IETF RFC 3561, Julio 2003. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt>
- 10 [3] D. Johnson, Y. Hu, D. Maltz. The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4. IETF RFC 4728, Febrero 2007. <http://www.ietf.org/rfc/rfc4728.txt>
- [4] D. Plummer. An Ethernet Address Resolution Protocol. IETF RFC 826, Noviembre 1982. <http://www.ietf.org/rfc/rfc826.txt>
- 15 [5] T. Narten, E. Nordmark, W. Simpson. Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6). IETF RFC 2461, Diciembre 1998. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2461.txt>
- [6] R. Droms. Dynamic Host Configuration Protocol. IETF RFC 2131, Marzo 1997. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2131.txt>
- [7] C. Perkins. IP Mobility Support for IPv4. IETF RFC 3344, Agosto 2002. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3344.txt>
- 20 [8] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Gamarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparcks, M. Handley, and E. Schooler. SIP: Session Initiation Protocol. IETF RFC 3261, Junio 2002. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>
- [9] T. Henderson. End-Host Mobility and Multihoming with the Host Identity Protocol. IETF draft, Junio 23 2006. draft-ietf-hip-mm-04.
- 25 [10] R. Stewart, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, H. Schwarzbacher, T. Taylor, I. Rytina, M. Kalla, L. Zhang, and V. Paxson. Stream Control Transmission Protocol. IETF RFC 2096, Octubre 2002. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2096.txt>
- [11] IEEE 802.11f Standard des Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Junio 2003
- [12] S-H. Lee, Y-B. Ko. An Efficient Multi-hop ARP Scheme for Wireless LAN based Mesh Networks. First Workshop on Operator-Assisted (Wireless Mesh) Community Networks (OpComm'06), Berlin, Alemania, Sep. 2006.
- 30

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el control de redes de mallas de saltos múltiples, "MMN", sin hilos transparente para IP, con soporte de la movilidad, que comprende nodos MMN, que presentan al menos una interfaz de la red, a través de la cual se pueden comunicar entre sí y acondicionan el acceso sin hilos de terminales móviles a la red de mallas, en el que la transmisión transparente para IP de paquetes por debajo de la capa de la red se realiza a través de un nodo de la MMN sobre la base de una Tabla de Desvío de Malla; en el que la Tabla de Desvío de Malla se forma tanto a través de un Protocolo de Encaminamiento de Malla como también a través de la asociación de terminales con el nodo de la MMN, de manera que los terminales no aptos para la malla se pueden integrar en la red de mallas de forma transparente para IP, caracterizado porque la Tabla de Desvío de Malla lleva a cabo una copia de parejas de direcciones de hardware fuente-cola sobre las interfaces de la red del nodo de la MMN y la dirección del salto siguiente, de manera que con la ayuda de las parejas de direcciones de hardware fuente-cola se puede decidir cómo se realiza la transmisión de los paquetes.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que las direcciones son direcciones de Capa 2, en particular direcciones MAC.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que las parejas de direcciones de hardware de fuente – cola pueden ser ampliadas en la Tabla de Desvío de Malla a través de otros contenidos de paquetes, de manera que se pueden optimizar la distribución de las rutas y/o de la carga.
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la Tabla de Desvío de Malla introduce, después del comienzo, del nodo de la MMN, entradas para las direcciones de las interfaces propias de la red en la Tabla de Desvío de Malla.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la asociación de las direcciones de hardware de fuente – cola para las interfaces propias remite a una dirección IP propia, de manera que se reconoce que paquetes, que están dirigidos directamente a los nodos MMN, son procesados por un plano más elevado del protocolo del nodo de la MMN.
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que después de la solicitud de un terminal móvil, se introduce en la Tabla de Desvío de Malla una entrada de parejas de direcciones de hardware de fuente – cola para interfaces del nodo de la MMN.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que un nodo de la MMN con una interfaz de puerto de acceso es conducido como entrada de puerto de acceso caracterizada autónoma en la Tabla de Desvío de Malla.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la asociación de interfaces está dividida de nuevo, en nodos MMN adyacentes, que son accesibles directamente a través de la interfaz.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que se proporciona adicionalmente una asociación de dirección de difusión a interfaz, que regula un tratamiento de paquetes de difusión.
- 10.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que las entradas de la Tabla de Desvío de Malla son propagadas al arranque del sistema de un nodo de la MMN en la red o en el caso de modificación de la Tabla de Desvío de Malla, como a través de la solicitud de un terminal móvil.
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que las entradas de la Tabla de Desvío de Malla son procesadas a través de un algoritmo de encaminamiento y luego se transmite el resultado del algoritmo de encaminamiento a través de un Protocolo de Encaminamiento a otros nodos MMN.
- 12.- Nodo de la MMN, que funciona como componente de una red de malla de saltos múltiples sin hilos transparente para IP, con soporte de la movilidad y que acondiciona el acceso sin hilos de terminales móviles a la red de mallas, que comprende al menos una interfaz de la red, una unidad de encaminamiento, que lleva a cabo la transmisión de paquetes sobre la base de una Tabla de Desvío de Malla, en el que la Tabla de Desvío de Malla está depositada en una memoria y se forma tanto a través de un Protocolo de Encaminamiento de malla como también a través de la asociación de terminales con el nodo de la MMN, de manera que se pueden integrar terminales no aptos para la malla en la red de mallas de manera transparente de IP, caracterizado porque la Tabla de Desvío de Mallas lleva a cabo una copia de parejas de direcciones de hardware fuente-cola sobre las interfaces de la red del nodo de la MMN y la dirección del salto siguiente, de manera que con la ayuda de las parejas de direcciones de hardware fuente-cola se puede decidir cómo se realiza la transmisión de los paquetes.
- 13.- Nodo MNN de acuerdo con la reivindicación 12, en el que las direcciones son direcciones de la Capa 2, en

particular direcciones MAC.

- 14.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 12 y 13, en el que las parejas de direcciones de hardware de fuente-cola son ampliadas en la Tabla de Desvío de Malla a través de otros contenidos de paquetes, de manera que se pueden optimizar la distribución de rutas y/o de la carga.
- 5 15.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 12 a 14, en el que están presentes medios, que introducen en la Tabla de Desvío de Malla después del comienzo del nodo unas entradas para las direcciones de la interfaz propiamente dicha de la red.
- 10 16.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que la asociación de las parejas de direcciones de hardware de fuente-cola para las interfaces propias remite a una dirección IP propia, de manera que la unidad de encaminamiento reconoce que paquetes, que están dirigidos directamente a los nodos MMN, son procesados por un plano más elevado del protocolo del nodo de la MMN.
- 17.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones anteriores, en el que después de la solicitud de un terminal móvil, se introduce en la Tabla de Desvío de Malla una entrada de parejas de direcciones de hardware de fuente – cola para interfaces del nodo de la MMN.
- 15 18.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 12 a 17, en el que un nodo de la MMN con una interfaz de puerto de acceso es conducido como entrada de puerto de acceso caracterizada autónoma en la Tabla de Desvío de Malla, que permite una entrada adicional en la asociación de parejas de direcciones de hardware de fuente-cola.
- 20 19.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 12 a 18, en el que la asociación de interfaces está dividida de nuevo en la memoria en nodos MMN adyacentes, que son accesibles directamente a través de la interfaz.
- 20.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 12 a 19, en el que se proporciona adicionalmente una asociación de dirección de difusión a interfaz, que regula un tratamiento de paquetes de difusión.
- 25 21.- Nodo de la MMN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 12 a 20, en el que las entradas de la Tabla de Desvío de Malla son propagadas al arranque del sistema de un nodo de la MMN en la red o en el caso de modificación de la Tabla de Desvío de Malla, como a través de la solicitud de un terminal móvil.
- 30 22.- Nodo MNN de acuerdo con una o varias de las reivindicaciones 12 a 21, en el que las entradas de la Tabla de Desvío de Malla son procesadas a través de un algoritmo de encaminamiento y luego se transmite el resultado del algoritmo de encaminamiento a través de un Protocolo de Encaminamiento a otros nodos MMN.

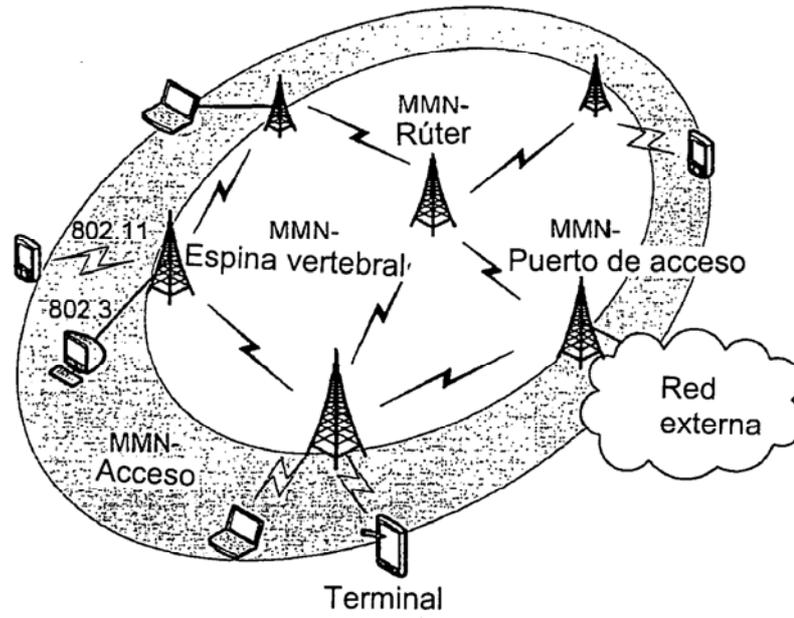


Fig. 1

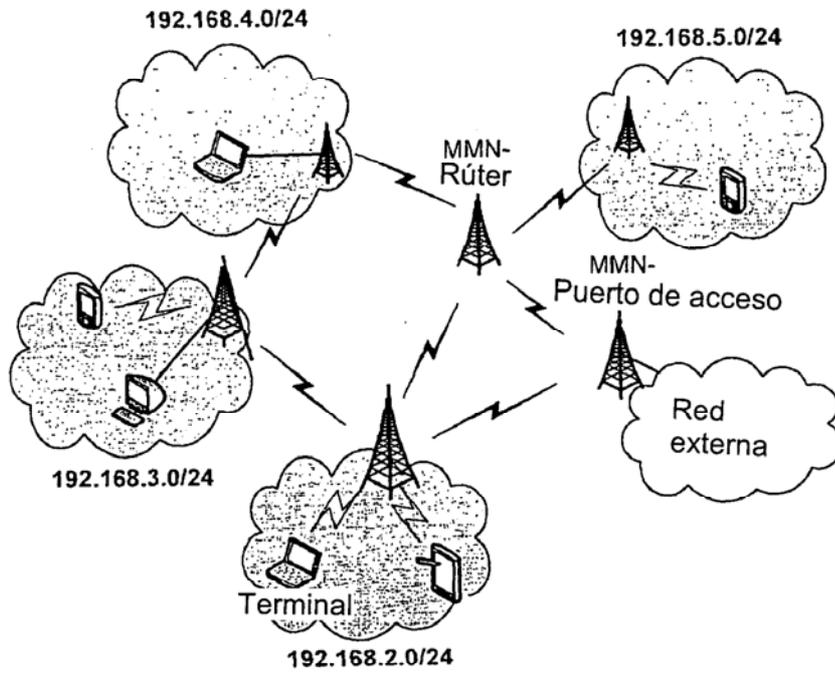


Fig. 2

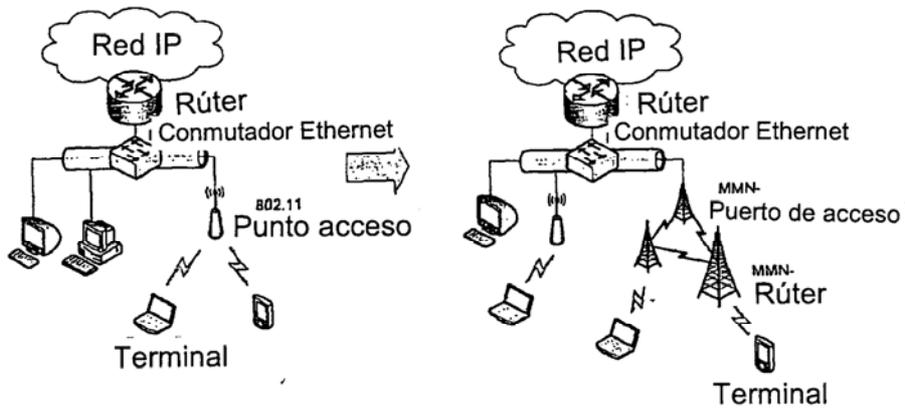


Fig. 3

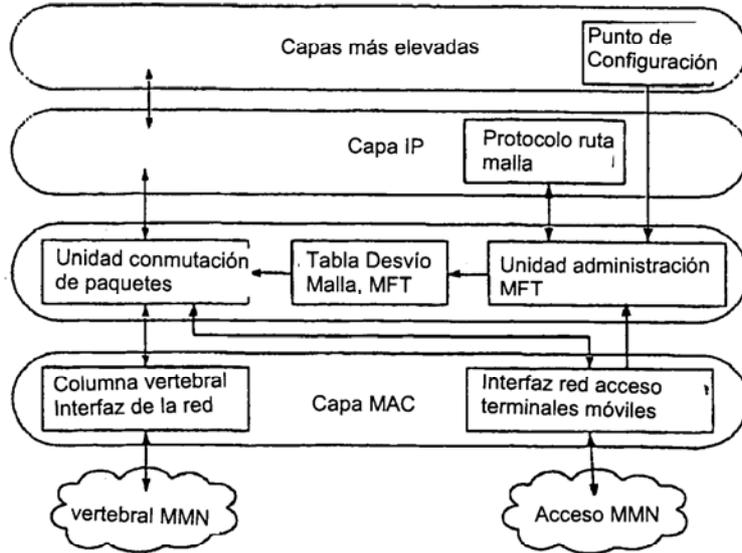


Fig. 4

Tabla de Desvío de Malla

HA src→dst	Iface1 (m0)		Iface2 (m1)			IP	GW
	bcst	a1	bcst	m2	m3		
any→m0						●	
any→m1						●	
any→m2				●			
any→m3					●		
any→a1		●					
any→a2				●			
any→bcst	●		●			●	●
a1→a3				●			
a1→any					●		
any→any							●

Fig. 5

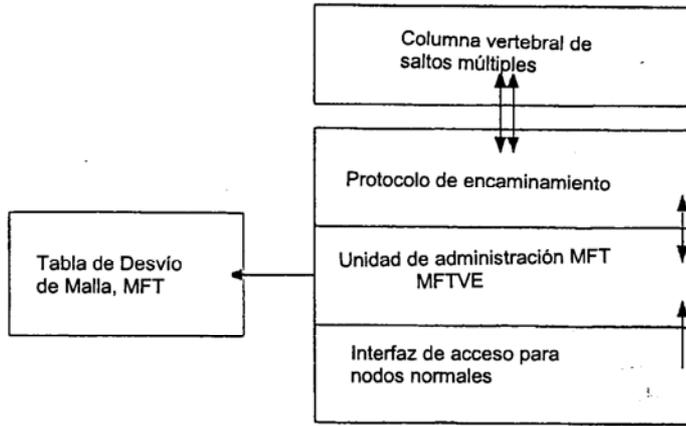


Fig. 6

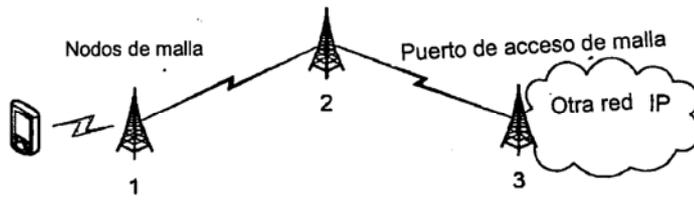


Fig. 7

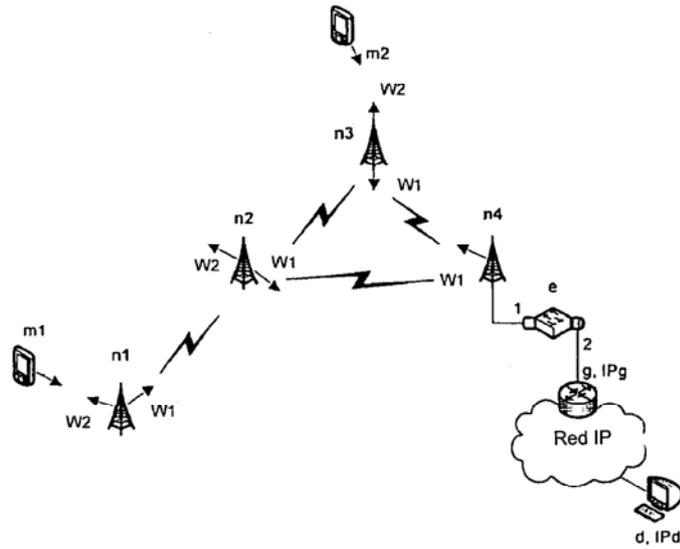


Fig. 8

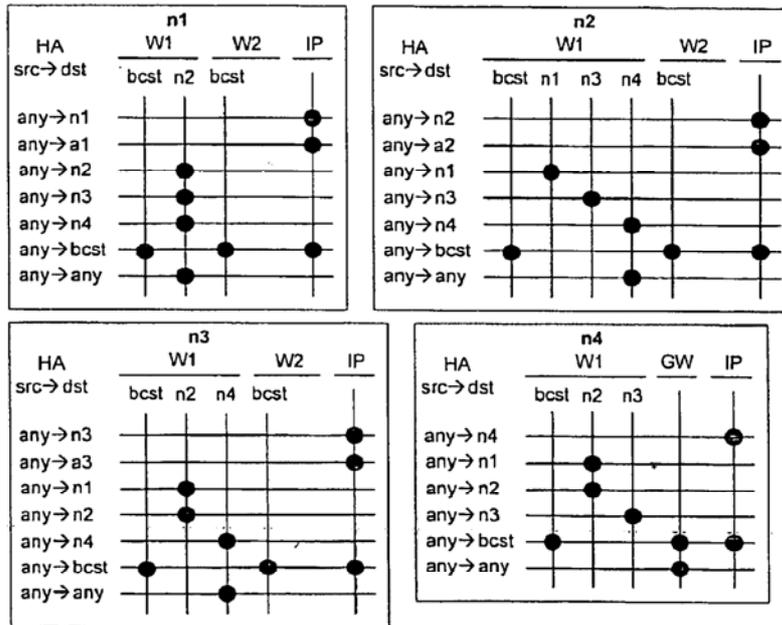


Fig. 9

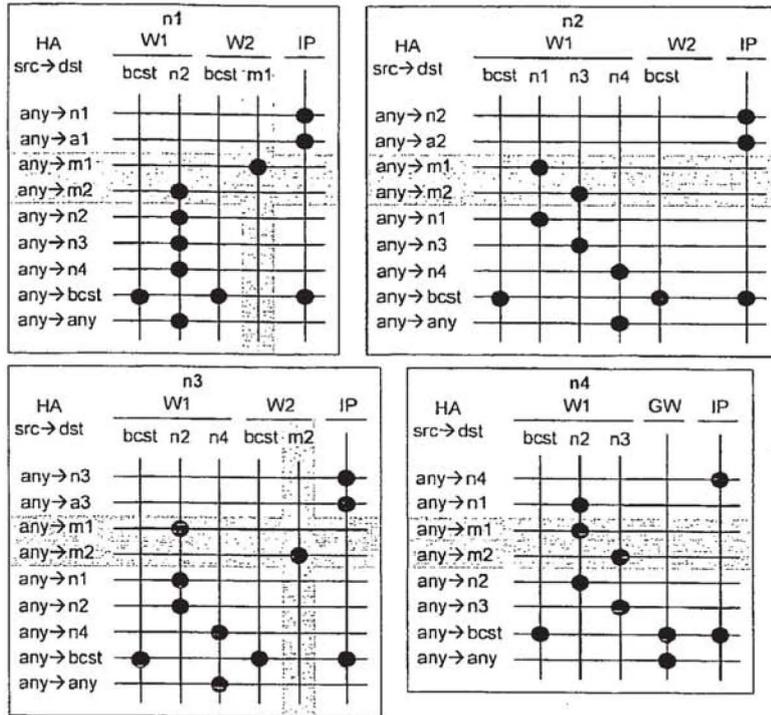


Fig. 10

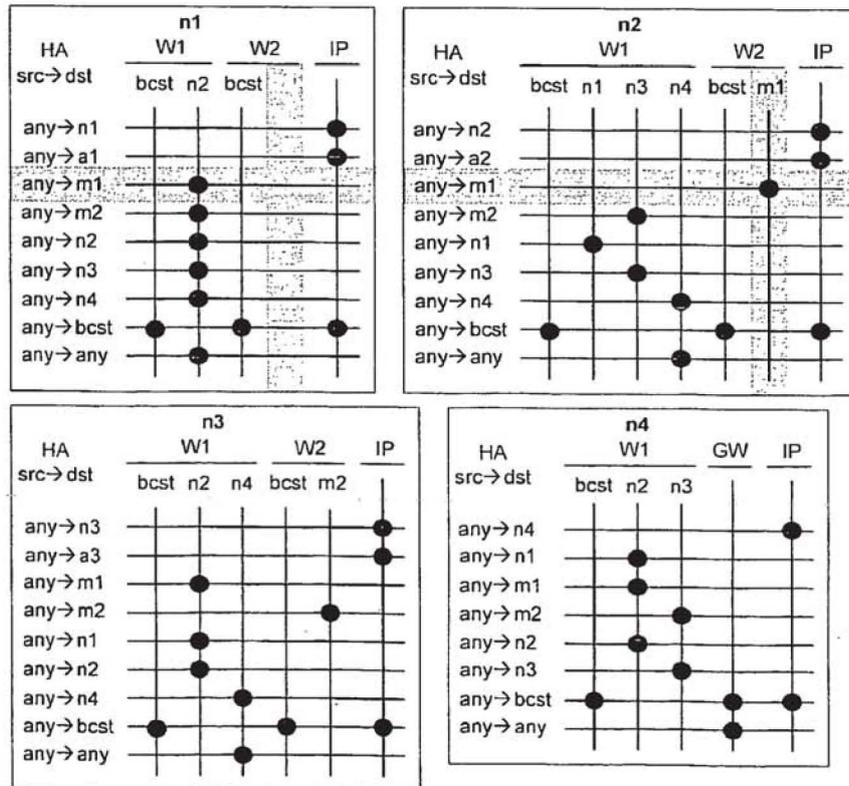


Fig. 11