



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 295 781**

⑤1 Int. Cl.:
H04L 12/28 (2006.01)
H04L 29/06 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **04251940 .5**
⑧6 Fecha de presentación : **31.03.2004**
⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1583283**
⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **05.10.2005**

⑤4 Título: **Sistema de telecomunicaciones.**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

⑦3 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

⑦2 Inventor/es: **Eardley, Philip Laurence;**
Hepworth, Eleanor Margaret;
Hancock, Robert Edward y
Eisl, Jochen Oliver

⑦4 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

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

Sistema de telecomunicaciones.

5 La presente invención se refiere a un sistema de telecomunicaciones, en particular a un sistema de telecomunicaciones que incluye una red móvil.

10 Se sabe que los dispositivos de comunicación portátiles se interconectan a diferentes puntos en una red. Por tanto, por ejemplo, un usuario puede conectar un ordenador portátil a un punto de interconexión, moverse a una nueva ubicación geográfica donde haya otro punto de interconexión e interconectar el ordenador a la red en ese nuevo punto de interconexión. Cuando los usuarios viajan juntos, por ejemplo en un vehículo común tal como un tren o avión, puede ser ventajoso que el equipo de comunicación de cada usuario se conecte a una red local, tal como una red de área local (LAN, *Local Area Network*), dentro del vehículo. Además, si la interconexión a la red principal es normalmente podrán recibir servicios comunes desde la red local. Además, si la interconexión a la red principal es a través de un enlace de radio, y la red local (en movimiento) incluye un transmisor/receptor, los dispositivos de comunicación pueden aprovechar el transmisor/receptor proporcionado por la red local.

20 Para que pueda accederse a los dispositivos de comunicación en diferentes puntos de interconexión en la red principal, puede proporcionarse un servicio de directorio tal como un “agente propio” (“*home agent*”) en la red principal. El servicio de directorio para cada dispositivo de comunicación normalmente almacena información que puede utilizarse para facilitar el encaminamiento de datos al punto de interconexión actual del dispositivo de comunicación. El servicio de directorio puede contener la dirección correspondiente al punto de interconexión actual, o el servicio de directorio puede contener otra dirección indicativa de una ubicación en la que puede encontrarse información de encaminamiento adicional. Cuando el punto de interconexión de un dispositivo de comunicación cambia, el dispositivo de comunicación enviará normalmente un mensaje al servicio de directorio asociado con él, para que la información de encaminamiento almacenada en el servicio de directorio pueda actualizarse para reflejar el cambio en el punto de interconexión del dispositivo de comunicación.

30 En uno de los varios protocolos conocidos para la comunicación entre nodos, cuando un dispositivo de comunicación o “nodo móvil” se interconecta a otro nodo tal como una estación base, se asigna al dispositivo de comunicación una dirección temporal indicativa de la posición topológica de la estación base. El dispositivo de comunicación también tendrá normalmente una dirección permanente que se conserva a medida que el dispositivo de comunicación se mueve desde un punto de interconexión a otro.

35 Se conoce que una red móvil presente una estructura anidada o que la red móvil presente una o más subredes dentro de ella. La red móvil normalmente tendrá un encaminador (*router*) principal conectado a la o a cada subred. Una subred incluirá normalmente un subencaminador para encaminar mensajes hasta y desde los dispositivos conectados al mismo, estando conectado el subencaminador de una subred al encaminador principal de la red móvil. Por ejemplo, si la red móvil es una LAN dentro de un vehículo tal como un tren, una subred puede ser una red de área personal, es decir, una pluralidad de dispositivos de comunicación personales o portátiles que una persona puede llevar consigo cuando se mueve desde un vagón a otro dentro del tren. La red de área personal incluirá normalmente un encaminador, que también lleva (o que puede mover) la persona, para conectarse a uno o posiblemente varios puntos de interconexión en el tren.

45 Normalmente, cada dispositivo o encaminador direccionable en la red móvil tendrá un agente de directorio correspondiente para encaminar datos a ese dispositivo. En el caso de una red anidada, se sabe que los datos están tunelados: (i) desde el agente de directorio de un dispositivo en la subred y hasta el agente de directorio de un subencaminador de la subred; y (ii) desde el agente de directorio del subencaminador y después hasta el agente de directorio para el encaminador principal, antes de transmitirse al punto de interconexión (estación base) de la red móvil. Sin embargo, los dos niveles de tunelización requeridos pueden introducir una cantidad indeseada de datos de sobrecarga y/o requisitos de procesamiento. Además, debido a que para cada capa de subanidamiento en la red móvil habrá una capa adicional de tunelización requerida, este problema aumentará para redes móviles que presenten un gran número de subredes. El documento “Securing Nested Tunnels Optimization with access router option”, de Ng & Tanaka, IETF, 2002, da a conocer una solución al problema de la tunelización anidada para redes móviles. Un encaminador móvil informa al agente propio HA acerca de la dirección global del encaminador de acceso al que está conectado. Entonces, el HA puede reconstruir la cadena de encaminadores de acceso al que el emisor está conectado. Un mensaje de actualización desde un encaminador móvil hasta un agente de directorio en la red se dispara por la recepción y análisis de una confirmación de recepción de vinculación. El documento “IPv6 reverse routing header and its application to mobile networks”, de Thubert & Molteni, IETF, 2003, soluciona el mismo problema de cómo evitar la tunelización anidada para redes móviles utilizando una cabecera de encaminamiento inverso. Los encaminadores móviles en la trayectoria, además de la tunelización de paquetes a su HA, añaden una cabecera de encaminamiento inverso.

65 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de telecomunicaciones que incluye: una red móvil que presenta una pluralidad de nodos de nivel superior; un medio de encaminador de nivel superior para encaminar datos selectivamente hasta uno o más de los nodos de nivel superior; una pluralidad de nodos de nivel inferior; y un medio de encaminador de nivel inferior para encaminar datos selectivamente hasta uno o más de los nodos de nivel inferior, siendo interconectables los medios de encaminador de nivel superior e inferior de manera que cuando se interconectan, el medio de encaminador de nivel superior puede encaminar datos hacia el medio de encaminador de nivel

inferior, presentando la red principal al menos un nodo de red y una pluralidad de puntos de interconexión separados con los que la red móvil puede interconectarse temporalmente, estando configurado el medio de encaminador de nivel superior para transmitir mensajes de encaminamiento al nodo de red, conteniendo cada mensaje de encaminamiento información que facilita el encaminamiento de los datos desde el nodo de red hasta el punto de interconexión actual de la red móvil, en donde el medio de encaminador de nivel superior está configurado para (i) detectar un primer evento de interconexión como resultado de la interconexión del medio de encaminador de nivel inferior, y en respuesta a la detección del evento de interconexión, para transmitir un primer mensaje de encaminamiento al nodo de red, siendo el primer evento de interconexión la transmisión desde el medio de encaminador de nivel inferior de un mensaje de actualización al agente de directorio, conteniendo el mensaje de actualización información de encaminamiento actualizada para permitir que el agente de directorio tenga en cuenta la interconexión del medio de encaminador de nivel inferior y, (ii) detectar un segundo evento de interconexión como resultado de la interconexión de la red móvil a un nuevo punto de interconexión y, en respuesta a la detección del segundo evento de interconexión, transmitir un segundo mensaje de encaminamiento al nodo de red.

Puesto que un mensaje de encaminamiento puede enviarse en respuesta a la interconexión del encaminador de nivel inferior a la red, se facilitará el encaminamiento de datos desde el nodo de red hasta la red móvil. Además, puesto que es el encaminador de nivel superior el que está configurado para enviar otro mensaje de encaminamiento cuando la red móvil se mueve hacia un nuevo punto de interconexión, el encaminador de nivel inferior y los nodos de nivel inferior conectados al mismo no necesitan ser conscientes del movimiento, liberando por tanto capacidad de procesamiento para otras tareas relacionadas con las comunicaciones.

Los nodos de nivel superior e inferior pueden ser un dispositivo de comunicación personal o un terminal tal como un ordenador personal. Como alternativa, algunos de los nodos pueden ser un encaminador al que una red adicional está conectada. Los puntos de interconexión de la red principal pueden ser estáticos, pero alternativamente los puntos de interconexión pueden ser móviles. Por ejemplo, uno o más puntos de interconexión pueden estar ubicados en un satélite en órbita. Como alternativa, los puntos de interconexión pueden estar ubicados en un vehículo movable o en movimiento.

El nodo de red puede ser un nodo que llama desde el cual se origina un mensaje, pero preferiblemente el nodo de red será un agente de directorio, utilizándose el término agente de directorio para indicar software y/o hardware informático para almacenar información de encaminamiento, información de encaminamiento que puede utilizarse para facilitar el encaminamiento de datos hasta un nodo asociado con el agente de directorio, originándose los datos encaminados desde un nodo distinto al del agente de directorio.

Un agente de directorio almacenará normalmente un mapeo entre la dirección permanente y la dirección temporal de un dispositivo de comunicación asociado con ese agente de directorio, de manera que el agente de directorio puede interceptar datos y reenviarlos al dispositivo de comunicación. Para permitir que el agente de directorio intercepte los datos más fácilmente, el agente de directorio puede presentar una dirección de red (es decir, una dirección topológicamente estática), dirección que pertenece a la misma subred que la dirección permanente del dispositivo de comunicación. Al menos algunos de los nodos de la red móvil serán preferiblemente direccionables y tendrán un identificador asociado con los mismos, preferiblemente en la forma de una dirección permanente, dirección permanente que un nodo conserva a medida que el nodo se mueve desde un punto de interconexión a otro, también siendo conocida tal dirección como una dirección propia (*home address*). Los nodos direccionables también tendrán preferiblemente una dirección temporal (también conocida como dirección "*care-of*" (*care of address*)). El agente de directorio asociado con un nodo normalmente almacenará un mapeo entre la dirección permanente y la dirección temporal del dispositivo de comunicación, de manera que el agente de directorio puede interceptar datos y reenviar los datos interceptados hasta el dispositivo de comunicación. Para permitir que el agente de directorio intercepte fácilmente los datos, el agente de directorio puede tener una dirección de red, es decir, una red topológicamente estática que pertenece a la misma subred que la dirección permanente del dispositivo de comunicación.

En una realización preferida de la invención, el mensaje de encaminamiento transmitido por la red móvil se enviará al agente de directorio del medio de encaminador de nivel inferior. Esto permitirá que el agente de directorio para el medio de encaminador de nivel inferior encamine mensajes más directamente a la red móvil, reduciendo la necesidad de que el agente de directorio para el medio de encaminamiento de nivel inferior proceda a la tunelización primero de paquetes a un agente de directorio asociado con el medio de encaminador de nivel superior.

El primer evento de interconexión será preferiblemente la transmisión desde el medio de encaminador de nivel inferior de un mensaje de actualización hasta su agente de directorio, ya que, convenientemente, muchos nodos existentes están configurados para transmitir un mensaje de actualización cuando están interconectados a una red. Un mensaje de este tipo se encaminará preferiblemente a través del medio de encaminador de nivel superior, de manera que el medio de encaminador de nivel superior pueda detectar convenientemente que se ha enviado un mensaje de este tipo. Sin embargo, el evento de interconexión puede ser simplemente un mensaje desde el medio de encaminador de nivel inferior que indica que se han interconectado.

Un mensaje de actualización puede ser una actualización de vinculación (*binding update*) que contiene un mapeo entre la dirección temporal actual del medio de encaminador de nivel inferior y la dirección permanente del medio de encaminador de nivel inferior.

Si se emplean protocolos existentes, la dirección temporal del medio de encaminador de nivel inferior puede estar relacionada topológicamente con la del agente de directorio para el medio de encaminador de nivel superior: por ejemplo, las dos direcciones pueden compartir una parte de prefijo común. Sin embargo, puesto que el agente de directorio para el medio de encaminador de nivel inferior puede recibir un mensaje de encaminamiento, mensaje de encaminamiento que es indicativo preferiblemente del punto de interconexión actual del medio de encaminador de nivel inferior, pueden reducirse las desventajas de los protocolos existentes. En particular, se reduce la necesidad de que un mensaje se encamine a través del agente de directorio para el medio de encaminador de nivel superior.

El segundo evento de interconexión es preferiblemente la recepción de una nueva dirección temporal por el medio de encaminador de nivel superior, ya que esto normalmente se producirá cuando la red móvil se conecta a un nuevo punto de interconexión, tal como una nueva estación base. Sin embargo, un nuevo punto de interconexión puede detectarse de otras maneras: por ejemplo, el medio de encaminador de nivel superior puede interrogar a su punto de interconexión.

El medio de encaminador de nivel inferior puede estar conectado directamente a el medio de encaminador de nivel superior o, como alternativa, los encaminadores pueden estar conectados indirectamente por el medio de encaminador intermedio dispuesto entre los encaminadores de nivel superior e inferior. Los mensajes desde el medio de encaminador de nivel inferior hasta la red principal pueden encaminarse entonces a través de tanto el medio de encaminador de nivel intermedio como a través del medio de encaminador de nivel superior, formando el medio de encaminador de nivel superior una conexión con una estación base, por ejemplo.

El medio de encaminador de nivel superior estará configurado preferiblemente para almacenar la dirección de destino de los mensajes de actualización que pasan a través de ellos. Esto permitirá a el medio de encaminador de nivel superior formar una "lista de actualizados" cuyos miembros necesitan actualizarse cuando la red móvil cambia su punto de interconexión. La lista de actualizados incluirá preferiblemente la dirección de red respectiva de cada agente de directorio para los encaminadores de la red móvil (es decir, el medio de encaminador de nivel inferior y el medio de encaminador de nivel intermedio si está presente el medio de encaminador de nivel intermedio) ya que sus direcciones pueden obtenerse convenientemente a partir de los mensajes de actualización que pasan a través de los mensajes de encaminador de nivel superior. Sin embargo, la lista de actualizados puede incluir otros nodos, tales como agentes de directorio para nodos de nivel inferior o agentes de directorio para nodos de nivel intermedio.

El medio de encaminador de nivel intermedio puede almacenar también "una lista de actualizados", es decir, las direcciones de los agentes de directorio de los nodos conectados a el medio de encaminador de nivel intermedio, de manera que los mensajes desde estos agentes de directorio puedan encaminarse más fácilmente hasta la red móvil, con una necesidad reducida de pasar a través del agente de directorio para el medio de encaminador de nivel superior. La red principal tendrá preferiblemente una estructura topológica predeterminada. Normalmente, la red estará formada por una pluralidad de nodos y una pluralidad de enlaces para conectar los nodos, presentando cada nodo en la red principal una dirección de red respectiva para encaminar datos al mismo. Cada nodo puede ser un encaminador u otro equipo de procesamiento de datos y no necesita estar ubicado en la intersección de trayectorias de redes. Por ejemplo, un nodo puede estar formado por equipos terminales, tales como un terminal de ordenador, u otros equipos de comunicaciones. Preferiblemente, cada agente de directorio estará implementado en uno o más nodos, presentando cada nodo y/o agente una dirección de red que es indicativa de la posición topológica respectiva de cada nodo y/o agente respectivo. La funcionalidad de un agente dado puede distribuirse entre dos o más nodos, nodos que no necesitan ubicarse conjuntamente. La red principal puede incluir dos o más subredes, siendo las subredes, por ejemplo, administradas por diferentes administradores y posiblemente presentado nodos cuyas direcciones comparten una parte de prefijo común. Los agentes de directorio pueden estar ubicados en la misma subred o los agentes de directorio pueden estar distribuidos entre las subredes.

Cada medio de encaminador puede estar localizado en la forma de un encaminador, la funcionalidad de los medios de encaminador puede estar distribuida. Por ejemplo, la función de encaminamiento de un medio de encaminador puede estar ubicada en un nodo, mientras que la funcionalidad (por ejemplo, los medios de procesador y memoria) para generar mensajes de encaminamiento puede estar ubicada en otro nodo.

Con el fin de encaminar datos eficazmente a través de la red principal, las direcciones de los nodos en la red principal estarán dispuestas preferiblemente en una estructura jerárquica unas respecto a otras, incluyendo cada dirección un conjunto ordenado de componentes, presentando cada nodo un nivel jerárquico asociado con el mismo, correspondiendo cada componente de una dirección a un nivel jerárquico, en donde un nodo de nivel alto en un nivel jerárquico está conectado a una pluralidad de nodos de nivel bajo que están en un nivel jerárquico inferior, siendo las direcciones de los nodos de nivel inferior respectivos tales que el valor del componente correspondiente al nivel del nodo de nivel alto es común para cada nodo de nivel bajo. En un sistema de este tipo, las direcciones respectivas del nodo de nivel alto y los nodos de nivel inferior conectados al mismo compartirán el mismo prefijo, siendo los primeros componentes los mismos para cada dirección. Para distinguir entre los diferentes nodos, la dirección de cada nodo tendrá preferiblemente diferentes componentes de cola; es decir, los sufijos serán diferentes para cada dirección. Ejemplos de un sistema de este tipo incluyen sistemas que funcionan según el protocolo de Internet, tal como IPv6 o IPv4. En un sistema de este tipo, los datos se transportarán preferiblemente como paquetes de datos, presentando cada paquete una parte de carga útil y una parte de dirección en donde está almacenada la dirección de destino del paquete.

Aspectos adicionales de la invención se especifican en las reivindicaciones adjuntas. La presente invención se describe con mayor detalle posteriormente, a modo de ejemplo, con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

la figura 1 muestra un sistema de telecomunicaciones de la técnica anterior;

la figura 2 muestra un sistema de telecomunicaciones de la técnica anterior según la invención;

la figura 3 muestra una primera secuencia de mensajes entre los nodos del sistema de telecomunicación de la figura 2;

la figura 4 muestra una secuencia adicional de mensajes entre los nodos del sistema de telecomunicación de la figura 2;

la figura 5 muestra con mayor detalle un encaminador móvil de la figura 2; y

la figura 6 muestra un agente propio de la figura 2;

Con respecto a las abreviaturas utilizadas en la descripción posterior, las siguientes definiciones proporcionan cada una un ejemplo de los términos a los que hacen referencia las abreviaturas: MR: encaminador móvil (*mobile router*), un dispositivo de pasarela de la red en movimiento que conecta físicamente la red en movimiento con el resto del mundo, es decir, con redes externas como Internet. PN: nodo portátil (*portable node*) (o equivalente a un nodo personal), un nodo que está conectado a Internet a través del encaminador móvil, puede haber muchos PN asociados con un MR. CN: nodo corresponsal (*correspondent node*), un nodo dentro de Internet que se comunica con el PN. CoA: dirección “care-of” (*care of address*), una dirección asignada por una red visitada a un nodo que se une a la misma. MIP: IP móvil (*mobile IP*). Es un procedimiento para garantizar que los nodos personales permanecen accesibles, permitiéndoles asociar una CoA con su dirección propia ampliamente conocida (por ejemplo, DNS registrada). La MIP básica supone que la red está fija y que sólo se mueve el terminal final. GN: red terrestre (*ground network*), la red a la que el MR se conecta físicamente de manera directa (un ejemplo de una “red principal”). VN: red vehicular (*vehicular network*) es una instanciación especial de una red en movimiento como la red de un tren o de un avión que proporciona servicios a los pasajeros. HA: agente propio (*home agent*). Este término viene de la gestión de la movilidad basada en IP móvil y describe un componente de encaminamiento que redirige mensajes hasta la ubicación actual de un nodo personal.

La técnica anterior: la figura 1 muestra un sistema 10 de red de la técnica anterior en el que una red 12 móvil (es decir, movable) puede comunicarse con una red 14 fija (principal), presentando la red fija una pluralidad de nodos 13 que son generalmente estáticos. La red 12 móvil incluye una pluralidad de nodos 16 movibles, o bien móviles, nodos móviles que incluyen una pluralidad de nodos PN personales y al menos un encaminador 20 móvil al que están conectados los nodos personales mediante una conexión 22 respectiva. Un nodo personal puede ser, por ejemplo, un teléfono móvil o un equipo informático tal como un ordenador portátil, u otro equipo de comunicaciones portátil, siendo cada conexión 22 respectiva al encaminador móvil una conexión cableada o inalámbrica. Cuando la red 12 móvil se mueve, los nodos 16 personales se mueven junto con el encaminador 20, de manera que los nodos personales conservan sus conexiones 22 respectivas con el encaminador 20. Por ejemplo, el encaminador 20 móvil puede estar incluido en un tren u otro sistema vehicular, y los nodos personales pueden ser cada uno equipos de comunicaciones personales que llevan los pasajeros de un tren. Una red 12 móvil de este tipo también se conoce como una red vehicular. Claramente, a medida que el tren se mueve, los nodos personales se moverán generalmente en común con el encaminador 20 móvil, aunque puede producirse algún movimiento relativo entre los nodos a medida que los pasajeros se mueven dentro del tren. La composición de la red 12 móvil será generalmente temporal puesto que algunos nodos personales finalizarán su conexión 22 con el encaminador 20 y abandonarán la red (por ejemplo, cuando un pasajero se baja de un tren), mientras que otros nodos pueden unirse a la red y formar una nueva conexión 22 (por ejemplo, cuando un pasajero se sube a un tren). Dicho de otro modo, una red móvil puede denominarse como una “red en movimiento” o NEMO, es decir, una colección de nodos portátiles (PN) que se mueven juntos presentando (al menos) uno de ellos (el encaminador móvil, MR) una conexión de retroceso (*backhaul connection*) y dotando así a los PN de una conexión al resto de la red. El principio básico del concepto de red en movimiento se visualiza en la figura 1. Un grupo de nodos en movimiento que se mueven comúnmente a la misma velocidad terrestre en la misma dirección pueden constituir una red en movimiento. Existe al menos un encaminador de pasarela, llamado el encaminador móvil en el presente documento (un ejemplo adicional de un nodo móvil), que proporciona acceso para los nodos cliente contenidos (nodos portátiles o nodos personales equivalentes) hacia redes externas. Un nodo corresponsal tal como un nodo C1 estático es accesible a través de una red de transporte (parte de una red “principal”) en la red de retroceso (*backhaul*).

El encaminador 20 móvil presenta un circuito 26 transmisora/receptora inalámbrica para la comunicación sobre un enlace 28 de radio inalámbrico con una estación 30 base de la red 14 fija (en el ejemplo de la figura 1, la red 12 móvil está dentro del alcance de la estación BS-A base). Cuando la red 12 móvil se mueve desde un punto dentro del alcance de una primera estación BS-A móvil, hasta un punto dentro del alcance de una segunda estación BS-B base, se produce un proceso de traspaso en el que el enlace 28 de radio con BS-A se suspende y se forma un nuevo enlace de radio con BS-B, de manera que la red móvil “se interconecta” a la BS-B. Con el fin de que un nodo C1 llamante se comunique con uno de los nodos personales, por ejemplo el PN1, los datos entre el nodo C1 llamante y el nodo PN1 personal deben encaminarse a través de la red 14 fija, en particular a través de la estación base correcta, dependiendo la estación 30 base correcta de la posición de la red móvil a medida que la red móvil se mueve. Existen diversos sistemas/protocolos

para encaminar datos a través de la estación base correcta. En el sistema IPv6 (protocolo de Internet versión v6), a cada nodo 13 (incluyendo las estaciones 30 base) se le asigna una dirección IP permanente mediante una unidad 32 de asignación. Cada dirección presenta una pluralidad de componentes, 16 en el caso del IPv6, perteneciendo cada componente a un nivel jerárquico diferente. Las direcciones pueden representarse en la forma a.b.c.d..., en la que cada letra corresponde a un componente, correspondiendo las letras superiores del alfabeto a componentes de nivel inferior. La topología de la red 14 fija está dispuesta de manera que las direcciones de los nodos de nivel inferior, cada uno de los cuales está conectado a un nodo común en el siguiente nivel superior, compartirán un componente (normalmente el prefijo). El nivel del componente compartido que corresponde al nivel del nodo común. Esto permite que los paquetes se encaminen entre los nodos en la red fija solamente según la dirección IP del nodo de destino que lleva el paquete.

El encaminador 20 móvil y los nodos 16 personales presentan cada uno una dirección permanente asignada a los mismos (mediante la unidad 32 de asignación de direcciones). Sin embargo, puesto que estos nodos no presentan posiciones topológicas fijas, dentro del sistema 10 de red, las direcciones IP de estos nodos no indicarán normalmente su posición con respecto a otros nodos de la red fija, y por tanto la dirección IP de un nodo personal no será normalmente suficiente por sí misma para que un paquete direccionado a la misma localice ese nodo.

Considerando el caso general en el que un nodo móvil (incluyendo un encaminador móvil) se conecta directamente a una estación base: para permitir que un nodo móvil sea "encontrado" en el sistema de red, y para, por lo tanto, permitir que los paquetes se encaminen a un nodo móvil, una estación 30 base asignará normalmente una dirección temporal a un nodo conectado directamente con la misma. En IPv6, una dirección de este tipo será normalmente una "dirección *"care-of"* ubicada conjuntamente", estando ésta asignada a un nodo móvil a partir de un conjunto de direcciones v6 de reserva que se ha asignado previamente a esa estación base mediante la unidad 32 de asignación. Las direcciones "care-of" asignadas por una estación base tendrán diferentes sufijos pero tendrán un componente (el prefijo) en común con la dirección permanente de la propia estación base, correspondiendo la posición de ese componente en la dirección a la posición jerárquica de la estación base, de manera que los paquetes cuyo destino sea una de las direcciones "care-of" asignadas pueden encaminarse hasta la estación base que está emitiendo. De esta manera, la dirección "care-of" asignada y la dirección de la estación base estarán relacionadas topológicamente. Para permitir a una estación base encaminar paquetes al nodo móvil apropiado, la estación base mantendrá una tabla que mapea la dirección "care-of" (o sufijo) de cada nodo móvil con el canal de radio con el que el encaminador 20 móvil está configurado para recibir. Cada estación BS-A, BS-B base estará conectada normalmente a la red fija a través de encaminadores AR-A, AR-B de acceso respectivos, encaminadores de acceso que pueden almacenar y asignar direcciones "care-of", sirviendo solamente las estaciones base para transmitir mensajes desde los encaminadores de acceso.

Cada nodo móvil tiene asociado con el mismo un nodo de agente propio (HA) en la red principal (fija), estando topológicamente ubicado el agente propio de manera que pueda interceptar mensajes que están enviándose a la dirección permanente del nodo móvil con el que está asociado (por simplicidad, se supone que el nodo de agente propio sólo tiene un nodo móvil asociado con el mismo). En el caso simplificado en el que un nodo móvil está conectado directamente a una estación base (es decir, sin un encaminador interventor), el agente propio almacenará en una tabla de correspondencia un mapeo entre la dirección permanente de su nodo móvil y la dirección "care-of" asignada actualmente al nodo móvil por la estación base. (Por tanto, cada agente propio almacenará un mapeo entre, por un lado, un identificador para el nodo móvil asociado con el agente propio y, por otro lado, una dirección temporal para otra información de encaminamiento para encaminar datos al nodo móvil asociado: en el caso en el que un agente propio actúa para una pluralidad de nodos móviles, el agente propio almacenará un mapeo de este tipo para cada nodo móvil). Si el agente propio intercepta algún paquete para su nodo móvil, el agente propio está configurado para encapsular cada paquete que intercepta en un paquete cuya dirección de destino es la dirección "care-of" de su nodo PN móvil, estableciendo por tanto un "túnel" entre el agente propio y el nodo móvil. El agente propio transmite entonces el paquete encapsulado hacia el nodo móvil. Puesto que la dirección "care-of" es indicativa de la posición topológica de la estación base a la que el nodo móvil está conectado, el paquete encapsulado puede encaminarse a la estación base de la manera habitual.

Con respecto a la red 12 móvil en particular, el encaminador MR móvil tendrá un agente MR_HA propio, agente propio que almacenará un mapeo entre la dirección "care-of" actual del encaminador móvil y la dirección permanente del encaminador, dirección permanente que está relacionada topológicamente con la dirección (permanente) del agente MR_HA propio de encaminador. Cuando el MR cambia su punto de interconexión, enviará una actualización de vinculación a su agente propio, incluyendo la actualización de vinculación información que permite al agente propio actualizar el mapeo entre la dirección permanente del MR y la dirección "care-of" del MR, de manera que el mapeo o, de manera equivalente, la vinculación refleja la nueva dirección "care-of".

Volviendo a la situación mostrada en la figura 1 en la que los nodos móviles de la red móvil están conectados a un encaminador móvil, la asignación de direcciones es como sigue: (a) el encaminador MR móvil conectado a la primera estación BS-A base obtiene una CoA de la estación base, CoA que está relacionada topológicamente con la posición de la estación BS-A base; y (b) cada nodo PN1 a PN3 personal obtiene una CoA respectiva del MR, direcciones que comparten un prefijo común y que están por tanto relacionadas topológicamente con el agente MR_HA propio del MR (por supuesto, las direcciones podrían estar relacionadas topológicamente de otras formas). Cada nodo personal informa entonces a su agente propio respectivo acerca de su dirección CoA. Un paquete desde un nodo que llama (tal como C1) direccionado al PN1 será interceptado por el HA1 (agente propio para el PN1). HA1 encapsulará el paquete recibido en un nuevo paquete que presenta como una dirección de destino la dirección CoA asignada al PN1 mediante el MR. Puesto que esta dirección está relacionada topológicamente con la dirección permanente del MR, el paquete

será interceptado por el agente propio para el MR, MR_HA. El agente MR_HA propio tratará el paquete como un paquete dirigido al MR (porque la CoA del PN1 está relacionada topológicamente con la dirección permanente del MR). Por tanto, el MR_HA encapsulará el paquete en un paquete dirigido a la CoA actual para el MR, y después reenviará este paquete encapsulado (dos veces) a la estación BS-A base, puesto que la CoA del MR está relacionada topológicamente con la dirección de la BS-A. La BS-A reenviará entonces el paquete al MR. Una vez que el paquete encapsulado dos veces alcanza el MR, el MR deshará la encapsulación creada por el MR-HA y reenviará el paquete resultante dirigido al PN1, ya que este paquete lleva la dirección CoA asignada al PN1 por el MR. De esta manera, se establece un primer túnel entre el HA1 y el MR_HA (creado por un primer nivel de encapsulación), y se establece un segundo túnel entre el MR_HA y el MR, (creado por un segundo nivel de encapsulación). Cuando cambia el punto de interconexión, desde la BS-A hasta la BS-B por ejemplo, el MR recibe una nueva CoA desde la BS-B, nueva CoA que es transmitida por el MR como una actualización de vinculación a su agente propio. Una ventaja de esta técnica de la técnica anterior es que los nodos personales no necesitan ser conscientes del cambio en el punto de interconexión ya que el segundo túnel termina en el encaminador MR2 móvil.

La figura 2 muestra un sistema según la invención, pero se hará referencia ahora al describir adicionalmente la técnica anterior, dándose los mismos caracteres de referencia a los mismos componentes en la técnica anterior y en la invención. Se muestra una red 12 móvil que está formada por una pluralidad de subredes 12a, 12b, 12c anidadas, presentando cada una un encaminador MR1, MR2, MR3 móvil respectivo asociado con la misma (MR1 realizando el papel de un encaminador de pasarela, en cuanto al encaminador 20 móvil de la figura 1). Se conoce que una red móvil esté anidada de una manera jerárquica, de manera que los nodos en la subred 12c de nivel inferior estén conectados a un nodo en la subred 12b de nivel medio, mientras que los nodos de la red de nivel medio están conectados a un nodo en la red de nivel superior. En el ejemplo mostrado en la figura 2, los nodos PN de la red de nivel inferior (sólo se muestra uno, designándose los demás como ON) están conectados al MR3; El MR3 y los otros nodos (ON) personales de la subred de nivel medio se conectan al MR2; y el MR2 y los otros nodos (ON) personales de la subred de nivel superior se conectan al MR1, estando conectado el encaminador MR1 móvil a una estación base. Cada encaminador móvil tiene un agente propio en la red 14 principal, presentando los encaminadores MR1, MR2 y MR3 móviles agentes MR1_HA, MR2_HA y MR3_HA propios, respectivamente. Cada agente propio puede estar ubicado en una red 14a-d doméstica, tal como se muestra en la figura 2, estando las redes domésticas dentro de la red 14 principal. La red doméstica para un agente propio comprende nodos cuyas direcciones comparten un prefijo común con el agente propio, de manera que los nodos que incluyen el agente propio tienen direcciones relacionadas topológicamente. Cada una de las subredes en la red 12 en movimiento contendrá normalmente una pluralidad de nodos personales, cada uno de los cuales presentará un agente propio asociado en la red principal: sin embargo, en la figura 2 sólo se muestra un nodo PN personal que tiene un agente PN_HA propio en la red principal.

El sistema de asignación de direcciones es similar al descrito con respecto a la figura 1, porque a cada encaminador y nodo personal se le asigna una dirección “care-of” (CoA) o temporal mediante un nodo con el que está interconectado (normalmente el nodo de conexión en el siguiente nivel jerárquico superior), y reenvía esta dirección “care-of” asignada a su agente propio. (Aunque cada agente propio en la figura 2 sólo tiene un único nodo móvil asociado con el mismo, dos o más nodos pueden compartir el mismo agente propio). Cada MR informa a su HA de su CoA. Puesto que cada dirección asignada pertenece a la subred del nodo de asignación, la dirección asignada compartirá un prefijo con el agente propio del nodo de asignación: es decir, la dirección del agente propio y la CoA asignada estarán relacionadas topológicamente. Esto hace más fácil que los paquetes se reenvíen desde la red principal en la que un nodo CN que llama está situado para el nodo PN personal. Por tanto, un paquete desde un nodo CN que llama dirigido a una dirección propia HoA del PN se encamina primero hasta el PN_HA, después a través del MR3_HA, después a través del MR2_HA y después a través del MR1_HA, antes de ir a la BS-A para su transmisión a la red 12 móvil. Esto da como resultado tres niveles de encapsulación.

En al menos una realización de la presente invención, la asignación de direcciones se lleva a cabo como en la técnica anterior: es decir, el PN obtiene una CoA desde el MR3, el MR3 obtiene una CoA desde el MR2, el MR2 obtiene una CoA desde el MR1 (la anidación podría incluir más de tres niveles). El MR1 obtiene una CoA (MR1.CoA) asignada por la GN, la red 14 principal denominada en el presente documento como “red terrestre”, es decir, la red a través de la cual el MR1 se conecta al resto de la red, por ejemplo GPRS. En particular, se asignará una dirección al MR1 mediante el encaminador de acceso que da servicio a la estación BS-A base con la que la red 12 móvil está conectada temporalmente a través de un enlace de radio. (En la notación de direcciones del presente documento, una dirección está indicada mediante un primer término que indica el nodo al que la dirección pertenece, y un segundo término separado del primer término por un punto, siendo indicativo el segundo término de la categoría en la que cae la dirección: por ejemplo, una dirección “propia” o permanente HoA o una dirección “care-of” CoA).

Sin embargo, en lugar de que cada nodo simplemente informe a su agente propio acerca de su CoA actual, se llevan a cabo las siguientes etapas tal como se indica en la figura 3, que muestra el flujo de mensajes entre los nodos. Los mensajes están indicados mediante flechas dispuestas en orden cronológico de manera que los últimos mensajes están indicados mediante flechas más abajo en la figura. Se supone que el MR1 y el MR2 ya están conectados y que el MR3 acaba de conectarse al MR2 (es decir, la subred 12c de nivel inferior acaba de entrar en la subred 12b de nivel medio) de manera que el MR3 solicita y recibe una CoA (dirección IP) desde el MR2. Entonces, el MR3 envía una actualización de vinculación (BU) a su agente MR3_HA propio informando a su agente propio acerca de su (nueva) CoA, conteniendo la actualización de vinculación un mapeo entre, por un lado, la dirección propia (permanente) para el MR3, es decir, MR3.HoA, y, por otro lado, la dirección “care-of” para el MR3, es decir, MR3.CoA.

La actualización de vinculación del MR3 se encamina para que pase por el MR2. En la invención, el MR2 está configurado para detectar la presencia de un mensaje de actualización de vinculación (BU) que pasa por el mismo. Por ejemplo, un mensaje de este tipo puede reconocerse ya que se envía a un número de puerto ampliamente conocido (en ipv4) o utilizando un número de extensión ampliamente conocido (en ipv6). Al detectar un mensaje BU, el MR2 responde creando un mensaje BU adicional que contiene un mapeo entre la dirección “*care-of*” para el MR3 y el MR2, es decir, un mapeo entre la MR3.CoA y la MR2.CoA. Este mensaje BU adicional también está dirigido al MR3_HA y se reenvía por el MR2 hasta el MR1 o mediante transmisión hacia delante al MR3_HA. Además, en respuesta a la detección del mensaje BU desde el MR3, MR2 conserva (es decir, copia en su memoria) la dirección del MR3_HA en asociación con una instrucción de manera que: en respuesta a que el MR2 reciba una nueva CoA (MR2.CoA), el MR2 transmite un nuevo mensaje BU al MR3_HA, mensaje BU que mapea la MR3.CoA con la nueva MR2.CoA. La dirección MR3_HA almacenada también puede utilizarse para enviar otras futuras actualizaciones de movilidad al MR3_HA.

El mensaje BU del MR3 también se encaminará a través del MR1, ya que el MR1 es el nivel superior o encaminador de pasarela para encaminar mensajes hasta y desde los otros nodos en la red 12 móvil. En respuesta a la detección de un mensaje BU del MR3, el MR1 está configurado para: (1) crear una BU adicional que contiene un mapeo entre las direcciones “*care-of*” del MR1 y MR2, es decir, entre la MR2.CoA y la MR1.CoA; (2) enviar la nueva BU al MR3_HA; y (3) almacenar la dirección del MR3_HA con una instrucción de que el MR1 enviará actualizaciones de movilidad adicionales al MR3_HA, por ejemplo cuando el MR1 obtiene una nueva dirección CoA (MR1.CoA), cuando la red 12 móvil se mueve desde un punto de interconexión en la BS-A hasta un nuevo punto de interconexión en la BS-B.

A partir de los mensajes BU respectivos recibidos desde el MR1, MR2 y MR3, el agente MR3_HA propio se configura para generar una caché de vinculación en el MR3_HA, caché de vinculación que incluye las siguientes direcciones: MR3.HoA; MR3.CoA; MR2.CoA; y MR1.CoA, junto con una indicación del orden de cada dirección en relación con al menos una de las otras. Por ejemplo, la caché de vinculación almacenará las direcciones en la secuencia indicada anteriormente. En particular, la caché de vinculación almacenará mapeos respectivos entre: MR3.HoA y MR3.CoA; MR3.CoA y MR2.CoA; MR2.CoA y MR1.CoA. Por tanto, cuando va a establecerse una sesión entre un nodo CN que llama y un nodo personal, se dirige un paquete desde el CN hasta el PN a la dirección permanente del PN, es decir PN.HoA; el paquete es interceptado por el PN_HA (el agente propio para el PN). Puesto que el PN_HA ha recibido la CoA asignada por el MR3 como la dirección CoA para el PN, el PN_HA encapsula el paquete como un paquete dirigido a la CoA asignada por el MR3, de manera que el paquete es interceptado por el MR3_HA. Si está en funcionamiento una optimización de ruta, el CN habrá sido informado de la CoA para el PN y el paquete para el CN se encaminará directamente hasta el MR3_HA.

Tras recibir un paquete con la dirección MR3.CoA, el MR3_HA encapsula el paquete en un nuevo paquete que presenta una cabecera de encaminamiento. La cabecera de encaminamiento se obtiene de la caché de vinculación en el MR3_HA, conteniendo la cabecera de encaminamiento: la CoA para cada uno de los encaminadores MR1, MR2, MR3 móviles de la red móvil anidada; y una indicación del orden en el que debería visitarse cada CoA. De esta manera, la cabecera de encaminamiento determina una trayectoria que el paquete encapsulado debería tomar a través de la red anidada, siendo la primera dirección en la trayectoria la CoA para el encaminador de nivel superior, MR1, que se utilizará para encaminar el paquete encapsulado a través de la red principal y hasta el punto de interconexión correcto del MR1, es decir, BS-A, para una transmisión hacia delante sobre el enlace de radio hasta el MR1. Esto es posible ya que la CoA del MR1 es indicativa de su posición topológica, habiendo sido asignada la MR1.CoA por la BS-A. Puesto que la primera dirección (MR1.CoA) en la cabecera de encaminamiento es la dirección topológicamente correcta para la red móvil (en la BS-A), los paquetes pueden encaminarse hasta la BS-A sin tener que ir primero a través del MR2_HA y MR1-HA. Sin embargo, se apreciará que la MR1.CoA no necesita ser la “primera” dirección en la cabecera de encaminamiento, siempre que se proporcione alguna otra indicación en la cabecera tal como un indicador para mostrar que la MR1.CoA es la dirección topológica para el punto de interconexión de la red móvil.

Por tanto, la cabecera de encaminamiento contiene una serie de direcciones intermedias a través de las cuales el paquete debería encaminarse en la red en movimiento en dirección al encaminador móvil del nodo de destino, en el presente ejemplo, el MR3. Las direcciones requeridas son aquellas de los nodos de encaminamiento en la red móvil, incluyendo el nodo de encaminamiento que establece una conexión (temporal) con la red principal, siendo representativa la dirección de este nodo de la posición topológica de la red en movimiento o móvil. Para permitir un encaminamiento eficaz, la cabecera también contendrá información de secuencia que indica el orden en que deberían visitarse las direcciones almacenadas; en el presente ejemplo, este es justo el nivel de anidamiento o la posición jerárquica de cada encaminador móvil u otro nodo de encaminamiento en la red móvil. En el ejemplo dado anteriormente, la caché de vinculación en el MR3_HA contiene una pluralidad de campos, siendo responsables las actualizaciones de vinculación de los diferentes encaminadores móviles en la red móvil de actualizar diferentes campos de la caché de vinculación. Por tanto, cada campo está asociado con un encaminador móvil, estando configurado el agente propio para el MR3 para actualizar el campo asociado con un encaminador móvil cuando el agente propio recibe una actualización BU de vinculación desde ese encaminador.

El primer campo en la caché es un mapeo entre la dirección HoA propia para el agente propio central (es decir, el agente propio para el encaminador “central” al que está conectado el nodo PN de recepción) y la dirección CoA “*care-of*” para ese agente propio central; el siguiente campo es un mapeo entre la CoA para el encaminador central y la CoA para el encaminador en el siguiente nivel superior en la estructura anidada; y el último campo es un mapeo

ES 2 295 781 T3

entre la CoA para el encaminador de nivel más alto (CoA que estará relacionada topológicamente con la dirección de la estación base) y la CoA para el encaminador en el nivel por debajo del nivel más alto. Más en general, si hay N niveles en la estructura anidada, los mapeos serán: MRN.HoA con MRN.CoA; MRN.CoA con MR(N-1).CoA; MR(N-1).CoA con MR(N-2).CoA; MR(N-2).CoA con MR(N-3).CoA;.....; MR2.CoA con MR1.CoA.

La tabla 1 ilustra la información de mapeo o vinculación en cada campo (columna de la izquierda) y el encaminador móvil responsable de actualizar cada campo (columna de la derecha).

TABLA 1

MR3 . HoA => MR3 . CoA	MR3
MR3 . CoA => MR2 . CoA	MR2
MR2 . CoA => MR1 . CoA	MR1

Cuando un encaminador móvil cambia su punto de interconexión y por tanto recibe una nueva CoA, el encaminador móvil está configurado para enviar un mensaje de actualización al MR3_HA (y a otros nodos en la red principal de la lista de actualizados del encaminador móvil) que informa al MR3_HA (y a otros nodos de su lista de actualizados) acerca de su nueva CoA. Esta información se envía como un mensaje de actualización de vinculación que contiene un mapeo entre la nueva CoA del encaminador móvil y la CoA que ha asignado al encaminador móvil en el siguiente nivel inferior (hacia dentro) en la estructura anidada. Por tanto, cuando el MR1 se mueve, es decir, cuando se conecta a una estación base diferente, el MR1 enviará un mensaje de actualización de vinculación al MR3_HA, mensaje de actualización que contendrá un mapeo entre la MR2.CoA (que ha permanecido inalterable) y la MR1.nueva-CoA (la nueva CoA para el MR1). (Existen varias opciones en lo que se refiere el momento exacto en el que se altera la "lista de nodos que va a actualizarse", por ejemplo, puede realizarse en la BU o en la BU-ack [es decir, el mensaje desde el MR3_HA hasta el MR3 que confirma la recepción de la BU]). La tabla 2 muestra que la caché en el MR3_HA se actualiza cuando el MR1 obtiene una nueva CoA.

TABLA 2

MR3 . HoA => MR3 . CoA	MR3
MR3 . CoA => MR2 . CoA	MR2
MR2 . CoA => MR1 . nueva-CoA	MR1

Las etapas de registro indicadas anteriormente pueden llevarse a cabo anteriormente cuando el MR2 entra en la red anidada, de manera que los paquetes para los nodos personales conectados directamente al MR2 pueden encaminarse eficazmente (desde el MR2_HA, por ejemplo) hasta la estación base a la que la estación anidada está conectada (a través del MR1). Por tanto, cuando el MR2 obtiene una CoA desde el MR1, el MR2 enviará una actualización de vinculación al MR2_HA, actualización BU2 de vinculación que será detectada por el MR1. En respuesta a la detección del mensaje BU2, el MR1 puede estar configurado para crear un mensaje BU2 adicional dirigido al MR2_HA, mensaje BU2 adicional que contiene un mapeo entre la MR2.CoA y la MR1.CoA. El MR2_HA formará entonces una caché de vinculación que contiene dos campos: un primer campo para el mapeo entre la MR2.HoA, actualizable por el MR2; y un segundo campo, para el mapeo entre la MR2.CoA y la MR1.CoA, actualizable por el MR1. El MR1 almacenará entonces la dirección para el MR2_HA, con una instrucción para actualizar el MR2_HA con una nueva BU cuando el MR1 recibe una nueva CoA, es decir, el MR2-HA estará incluido en la lista de actualizados del MR1. En el caso más general en el que la estación móvil o en movimiento contiene N niveles anidados, la caché de vinculación para el agente propio en la nivel N-ésimo contendrá N campos, siendo N un entero.

En mayor detalle, si el MR2 se mueve y obtiene una nueva CoA (MR2.nueva-CoA), envía una BU al MR3_HA tal como muestra en la tabla 3. Sin embargo, en este caso, se apreciará que mientras el campo correspondiente al MR2 ha sido actualizado, el campo correspondiente al MR1 ha conservado la CoA anterior para el MR2. Este problema puede resolverse de una de estas dos maneras. Preferiblemente, la BU del MR2 puede interpretarse por el MR1 como una instrucción para que el MR1 envíe una BU al MR3_HA. Es decir, el MR1 estará configurado preferiblemente de manera que tras detectar un mensaje BU del MR2 que pasa a través del MR1, se insta al MR1 a que envíe un mensaje BU por sí mismo con la nueva CoA para el MR2. Como alternativa, el MR2 puede enviar un mensaje al "nuevo MR1" (al que puede accederse a través del "nuevo MR1".HoA o asimismo a través de la MR2.nueva-CoA), que solicita que el MR1 envíe una BU al MR3_HA. En cualquier caso, la información acerca del MR1 anterior al que el MR2 estaba conectado anteriormente puede suspenderse o suprimirse explícitamente. Otra posibilidad es que: el antiguo

MR1 recuerde enviar una BU al obtener una actualización desde el MR2, esto puede suspenderse/suprimirse en un momento posterior por diversas razones, por ejemplo: [1] el antiguo MR1 tendría finalmente que recordar bastante información inútil [2] las direcciones finalmente se volverán a asignar y podría haber un error en caso de que el MR1 envíe una BU para la antigua configuración en lugar de para la nueva.

TABLA 3

MR3.HoA => MR3.CoA	MR3
MR3.CoA => MR2.nueva-CoA	MR2
MR2.CoA => MR1.CoA	MR1

Como una variación de las etapas de registro esbozadas en la figura 3, los encaminadores móviles anteriores al MR3 (es decir, MR2 y MR1) introducen información en la BU original generada por el MR3. Pueden llevarse a cabo las siguientes etapas: el MR3 envía una actualización (BU) de vinculación al MR3_HA que contiene el mapeo entre la MR3.HoA y la MR3.CoA; cuando la BU pasa a través del MR2, el MR2 responde añadiendo un mapeo de direcciones entre la MR3.CoA y la MR2.CoA en el mensaje de registro, recordando que debería enviar futuras actualizaciones de movilidad al MR3_HA (es decir, si el MR2 obtiene una nueva MR2.CoA); y cuando la BU pasa a través del MR1, el MR1 responde añadiendo un mapeo de direcciones entre la MR2.CoA y el MR1.CoA en el mensaje de registro, recordando que el MR1 debería enviar futuras actualizaciones de movilidad al MR3_HA (por ejemplo, si el MR1 obtiene una nueva MR1.CoA). La ventaja de este enfoque es la señalización reducida requerida para actualizar la vinculación anidada, puesto que un mensaje común se desarrolla a medida que el mensaje viaja a través de las capas de la red móvil. Sin embargo, se requiere una fuerte relación de seguridad entre los encaminadores móviles implicados, lo que generalmente no es posible. Como una etapa adicional en el proceso de señalización, un MR intermedio en la red móvil (posiblemente anidada) puede solicitar información acerca del MR3_HA (dirección y posiblemente información de seguridad) antes de introducir un mapeo de direcciones en el mensaje de registro que viaja hacia el MR3_HA.

Como una variación adicional a las etapas de registro esbozadas anteriormente, el MR2 puede enviar su BU destinada para el MR3_HA a través del MR3 para hacer más fácil la utilización de las relaciones de seguridad existentes para la comunicación hacia o desde el MR3_HA. Las principales etapas de señalización, con referencia a la figura 4, son:

1. El MR3 envía una actualización (BU) de vinculación al MR3_HA que contiene el mapeo entre la MR3.HoA y la MR3.CoA.
2. Cuando la BU pasa a través del MR2, el MR2 responde (1) creando una BU que contiene el mapeo entre la MR3.CoA y la MR2.CoA; (2) devolviendo esta BU al MR3; (3) recordando que debería enviar futuras actualizaciones de movilidad al MR3_HA (es decir, si el MR2 obtiene una nueva MR2.CoA).
3. Cuando esta BU de retorno desde el MR2 llega al MR3, reconoce que es responsable de reenviar la actualización de vinculación al MR_HA.
4. Cuando la BU pasa a través del MR1, el MR1 responde (1) creando una BU que contiene el mapeo entre la MR2.CoA y la MR1.CoA; (2) devolviendo esta BU al MR3; (3) recordando que debería enviar futuras actualizaciones de movilidad al MR3_HA (es decir, si el MR1 obtiene una nueva MR1.CoA).
5. Cuando la BU de retorno desde el MR1 llega al MR3, reconoce que es responsable de reenviar la actualización de vinculación al MR_HA.

La ventaja de este enfoque reside en el fortalecimiento de los principios de seguridad, es decir, sólo el MR3 registra las actualizaciones de vinculación con el MR3_HA, mientras que otra información de vinculación se reenvía al MR3. Para compensar, se requieren más mensajes de señalización. Pero esto no debería ser un gran problema, ya que las NEMO anidadas están ubicadas normalmente relativamente próximas.

Con respecto a la transmisión de datos desde la red móvil hasta la red principal, un nodo PN personal no necesita utilizar un procedimiento de tunelización inversa y puede simplemente direccionar paquetes con la dirección topológicamente correcta del nodo en la red principal para el que el paquete está destinado. También se observará que la caché de vinculación puede formarse en el nodo que llama y/o en el agente de directorio para uno de los nodos personales. La información de la caché podría reenviarse por el MR3_HA, o podría enviarse desde la red móvil.

Con respecto a la fiabilidad, una opción para mejorar la fiabilidad sería que todos los mensajes se retransmitieran hasta que se haya confirmado que se han recibido satisfactoriamente. Otra opción es que cuando la BU del MR3 viaja a través de otros MR "recoja" sus BU, es decir, el MR3_HA recibió un mensaje que contenía tres mensajes BU. Esta es

probablemente la opción preferida ya que garantiza que todas las BU llegan al MR3_HA (o no llega ninguna, es decir, comparten el mismo destino) y ayuda con el caso explicado anteriormente cuando un MR intermedio se mueve (véase la explicación del MR2-en movimiento). También asegura que el MR1 y el MR2 están realmente en la trayectoria.

Un encaminador móvil tal como el MR1 se muestra en mayor detalle en la figura 5, presentando el encaminador una etapa 201 de control para controlar mensajes que pasan a través del encaminador, para detectar la presencia de un mensaje BU. Se proporciona una memoria 202 para almacenar instrucciones en respuesta a la detección de un mensaje BU y para almacenar información de direcciones. Se proporciona un medio de procesador que incluye al menos un procesador 203 para hacer funcionar el encaminador móvil, por ejemplo para manipular datos por ejemplo en la etapa de control y/o en la memoria 202, y para llevar a cabo las etapas de registro esbozadas anteriormente. Se proporciona un circuito 206 de encaminamiento para encaminar mensajes selectivamente a otros nodos tales como encaminadores o nodos personales conectados al MR1, por ejemplo el MR2 y nodos ON. Se proporciona un circuito 208 de interconexión superior, en este caso un transmisor/receptor inalámbrico, para interconectarse (es decir, que puede transmitir y/o recibir mensajes) con un nodo de nivel superior, tal como una estación base o un encaminador de nivel superior. Para permitir que nodos de nivel inferior, incluyendo encaminadores, se interconecten con el mismo, el encaminador presenta un circuito 209 de interconexión inferior, que puede formarse, por ejemplo, utilizando un transmisor/receptor común o medios de conexión cableados. Los circuitos de interconexión están configurados preferiblemente para permitir o facilitar una interconexión temporal.

La figura 6 muestra un agente HA propio, presentando el agente propio una memoria 301 en la forma de una tabla de encaminamiento para almacenar información de encaminamiento, tal como una caché de vinculación. Se proporciona un circuito 302 de entrada para recibir mensajes (por ejemplo desde un nodo CN que llama), mensajes que normalmente estarán en forma de paquetes presentando cada uno una parte de cabecera que contiene información de direcciones. Se proporciona un circuito 303 de salida para reenviar los mensajes recibidos con información de direcciones actualizada recuperada de la caché de vinculación. Se proporciona un medio de procesador que incluye al menos un procesador 304 para procesar datos tal como se requiere para realizar las operaciones del agente propio.

Se observará a partir de las realizaciones anteriores que una caché de vinculación para la movilidad en general puede estar ubicada en un agente de movilidad y puede almacenar la dirección propia para los mapeos de CoA para nodos móviles, en particular cuando los nodos están en una red en movimiento. Las realizaciones muestran cómo la caché de vinculación para PN contenidos en una red en movimiento se establece en un agente propio en la jerarquía superior o de alto nivel en la estructura anidada (por ejemplo, en el MR3_HA). De manera conveniente, diferentes nodos pueden ser responsables de actualizar diferentes partes de la caché de vinculación, por lo que cada encaminador móvil es responsable de la parte que relaciona con su CoA. Esto significa que cuando un encaminador móvil se mueve, puede enviarse un mensaje de señalización específico para actualizar adecuadamente la caché de vinculación. Además, es posible el reenvío directo de paquetes en ambas direcciones con una necesidad reducida de encapsulación en al menos una realización, y los paquetes de señalización se utilizan para limitar la sobrecarga de procesamiento puesto que la invención reduce la necesidad de encaminar de manera inversa paquetes de datos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de telecomunicaciones que incluye: una red (14) principal; una red (12) móvil que presenta una pluralidad de nodos (ON) de nivel superior; medio (MR1) de encaminador de nivel superior para encaminar datos selectivamente hasta uno o más de los nodos (ON) de nivel superior; una pluralidad de nodos (PN) de nivel inferior; y medio (MR3) de encaminador de nivel inferior para encaminar datos selectivamente hasta uno o más de los nodos (PN) de nivel inferior, pudiendo interconectarse los medios (MR1, MR3) de encaminador de nivel superior e inferior de manera que cuando están interconectados, el medio (MR1) de encaminador de nivel superior puede encaminar datos hacia el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, presentando la red (14) principal al menos un nodo (MR3_HA) de red que es un agente de directorio, almacenando el agente de directorio información de encaminamiento para reenviar datos recibidos al medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, y una pluralidad de puntos (BS-A, BS-B) de interconexión separados a los que la red (12) móvil puede interconectarse temporalmente, estando configurado el medio (MR1) de encaminador de nivel superior para transmitir mensajes de encaminamiento al nodo (MR3_HA) de red, conteniendo cada mensaje de encaminamiento información de encaminamiento que facilita el encaminamiento de datos desde el nodo (MR3_HA) de red hasta el punto (BS-A, BS-B) de interconexión actual de la red (12) móvil, en el que el medio (MR1) de encaminador de nivel superior está configurado para

(i) detectar un primer evento de interconexión como resultado de la interconexión del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior y, en respuesta a la detección del evento de interconexión, para transmitir un primer mensaje de encaminamiento al nodo (MR3_HA) de red, siendo el primer evento de interconexión la transmisión desde el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior de un mensaje de actualización al agente (MR3_HA) de directorio, conteniendo el mensaje de actualización información de encaminamiento actualizada para permitir que el agente (MR3_HA) de directorio tenga en cuenta la interconexión del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior,

(ii) detectar un segundo evento de interconexión como resultado de la interconexión de la red (12) móvil con un nuevo punto (BS-A, BS-B) de interconexión y, en respuesta a la detección del segundo evento de interconexión, transmitir un segundo mensaje de encaminamiento al nodo (MR3_HA) de red.

2. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los nodos (PN) de nivel inferior tienen cada uno un agente (PN_HA) de directorio asociado con los mismos para encaminar datos a los mismos, y en el que el medio (MR1) de encaminador de nivel superior está configurado para (i) almacenar la dirección de red de cada agente (PN_HA) de directorio y (ii) transmitir el segundo mensaje de encaminamiento a cada dirección de red almacenada.

3. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio (MR1) de encaminador de nivel superior tiene un agente (MR1_HA) de directorio, y el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior tiene una dirección temporal indicativa de la posición topológica del agente (MR1_HA) de directorio para el medio (MR1) de encaminador de nivel superior, y en el que el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior está configurado para transmitir un mensaje de actualización tras interconectarse a la red (12) móvil, conteniendo el mensaje de actualización la dirección temporal del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior.

4. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 3, en el que la dirección temporal del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior comparte una parte de prefijo común con la dirección de red del agente (MR1_HA) de directorio para el medio (MR1) de encaminador de nivel superior.

5. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo evento de interconexión es la recepción por el medio (MR1) de encaminador de nivel superior de una nueva dirección temporal.

6. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior está conectado al medio (MR1) de encaminador de nivel superior mediante un enlace inalámbrico.

7. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la red (12) móvil incluye un medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio dispuesto entre el medio (MR1) de encaminador de nivel superior y el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior de manera que los mensajes de actualización del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior se encaminan a través del medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio.

8. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 7, en el que el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio está configurado de manera que en respuesta a la detección de un mensaje de actualización desde el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio transmite un mensaje de encaminamiento adicional que contiene información de encaminamiento para encaminar datos hasta el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior.

9. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en el que el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio presenta una pluralidad de nodos (ON) de nivel intermedio conectados al mismo,

ES 2 295 781 T3

estando dispuesto el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio para encaminar datos selectivamente hasta uno o más de los nodos (ON) de nivel intermedio.

10. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que cada uno del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio y el medio (MR1) de encaminador de nivel superior tienen una dirección respectiva asignada a los mismos, y en el que las direcciones se transmiten mediante el medio (MR1) de encaminador de nivel superior a la red (14) principal, transmitiendo el medio (MR1) de encaminador de nivel superior información de secuencia que indica un orden para cada dirección con respecto a al menos una otra dirección.

11. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 10, en el que las direcciones se transmiten al agente (MR3_HA) de directorio para el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, y en el que el agente (MR3_HA) de directorio almacena la dirección como una caché de vinculación.

12. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 11, en el que la caché de vinculación incluye una pluralidad de campos, pudiendo cada uno de los cuales actualizarse por uno de los medios (MR1, MR2, MR3) de encaminador superior, inferior o intermedio.

13. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 12, en el que cada campo contiene un par de direcciones, un primer campo que contiene las direcciones de los encaminadores (MR1, MR2) de nivel superior e intermedio; un segundo campo que contiene las direcciones de los encaminadores (MR2, MR3) de nivel intermedio e inferior, y un tercer campo que contiene la dirección temporal y la dirección permanente del encaminador (MR3) de nivel inferior.

14. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior está configurado para transmitir un mensaje de actualización al interconectarse con la red móvil, encaminándose el mensaje de actualización a través de cada uno del medio (MR1) de encaminador de nivel superior y el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio, y en el que: (i) tras detectar el mensaje de actualización, el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio está configurado para escribir en el mensaje de actualización su propia dirección temporal y reenviar el mensaje de actualización escrito una vez al medio (MR1) de encaminador de nivel superior; y (ii) tras detectar el mensaje de actualización escrito una vez, el medio (MR1) de encaminador de nivel superior está configurado para escribir en el mensaje de actualización escrito una vez su propia dirección temporal y reenviar el mensaje de actualización escrito dos veces al agente (MR3_HA) de directorio para el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior.

15. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior está configurado para transmitir un mensaje de actualización tras interconectarse a la red (12) móvil, encaminándose el mensaje de actualización a través de cada uno del medio (MR1) de encaminador de nivel superior y el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio, y en el que: (i) tras detectar el mensaje de actualización, el medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio está configurado para generar un mensaje de actualización adicional, conteniendo el mensaje de actualización adicional un mapeo entre su propia dirección temporal y la dirección temporal del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior; y (ii) tras detectar el mensaje de actualización del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, el medio (MR1) de encaminador de nivel superior está configurado para generar otro mensaje de actualización adicional, conteniendo el otro mensaje de actualización adicional un mapeo entre la dirección temporal del medio (MR1) de encaminador de nivel superior y la dirección temporal del medio (MR2) de encaminador de nivel intermedio.

16. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 15, en el que el mensaje de actualización adicional y el otro mensaje de actualización adicional están dirigidos cada uno al agente (MR3_HA) de directorio del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior.

17. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 15, en el que el mensaje de actualización adicional y el otro mensaje de actualización adicional se transmiten cada uno de vuelta al medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, estando configurado el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior para volver a enviar el mensaje adicional y el otro mensaje adicional a su agente (MR3_HA) de directorio.

18. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de los nodos (PN, ON) son dispositivos de comunicaciones portátiles.

19. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos alguno de los nodos (PN, ON) están conectados respectivamente al medio (MR3) de encaminador de nivel inferior y al medio (MR1) de encaminador de nivel superior mediante enlaces inalámbricos respectivos.

20. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mensaje de encaminamiento es indicativo de la posición topológica del punto de interconexión (BS-A, BS-B) actual al que está interconectada la red (12) móvil.

21. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los puntos (BS-A, BS-B) de interconexión están dotados de medios de comunicación inalámbricos respectivos, incluyendo la red (12)

ES 2 295 781 T3

móvil medios de comunicación inalámbricos adicionales de manera que puede formarse un enlace inalámbrico entre un punto (BS-A, BS-B) de interconexión y la red (12) móvil para la comunicación entre los mismos.

22. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los puntos (BS-A, BS-B) de interconexión son estacionarios.

23. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 22, en el que los puntos (BS-A, BS-B) de interconexión están previstos en estaciones base terrestres respectivas.

24. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos un agente (MR3_HA) de directorio está previsto en uno o más nodos terrestres.

25. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la red (14) principal presenta una estructura topológica predeterminada.

26. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la red (12) móvil incluye medios de soporte para soportar dispositivos portátiles, siendo comunes los medios de soporte para cada uno de los dispositivos portátiles, de manera que el movimiento de los medios de soporte provoca un movimiento común de los dispositivos portátiles.

27. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 25, en el que la red móvil incluye medios de vehículo.

28. Sistema de telecomunicaciones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer encaminador (MR1), en respuesta a la detección de una actualización de vinculación u otra actualización desde un segundo nodo (PN) o un segundo encaminador (MR2) por debajo de él, copia en memoria o conserva de otro modo la dirección objetivo a la que está dirigida la actualización, en asociación con una instrucción de manera que: en respuesta a que el primer encaminador (MR1) recibe una nueva dirección "care-of" u otra indicación de que el punto de interconexión (BS-A, BS-B) del primer encaminador ha cambiado, el primer encaminador (MR1) transmite un mensaje de actualización adicional a la dirección objetivo.

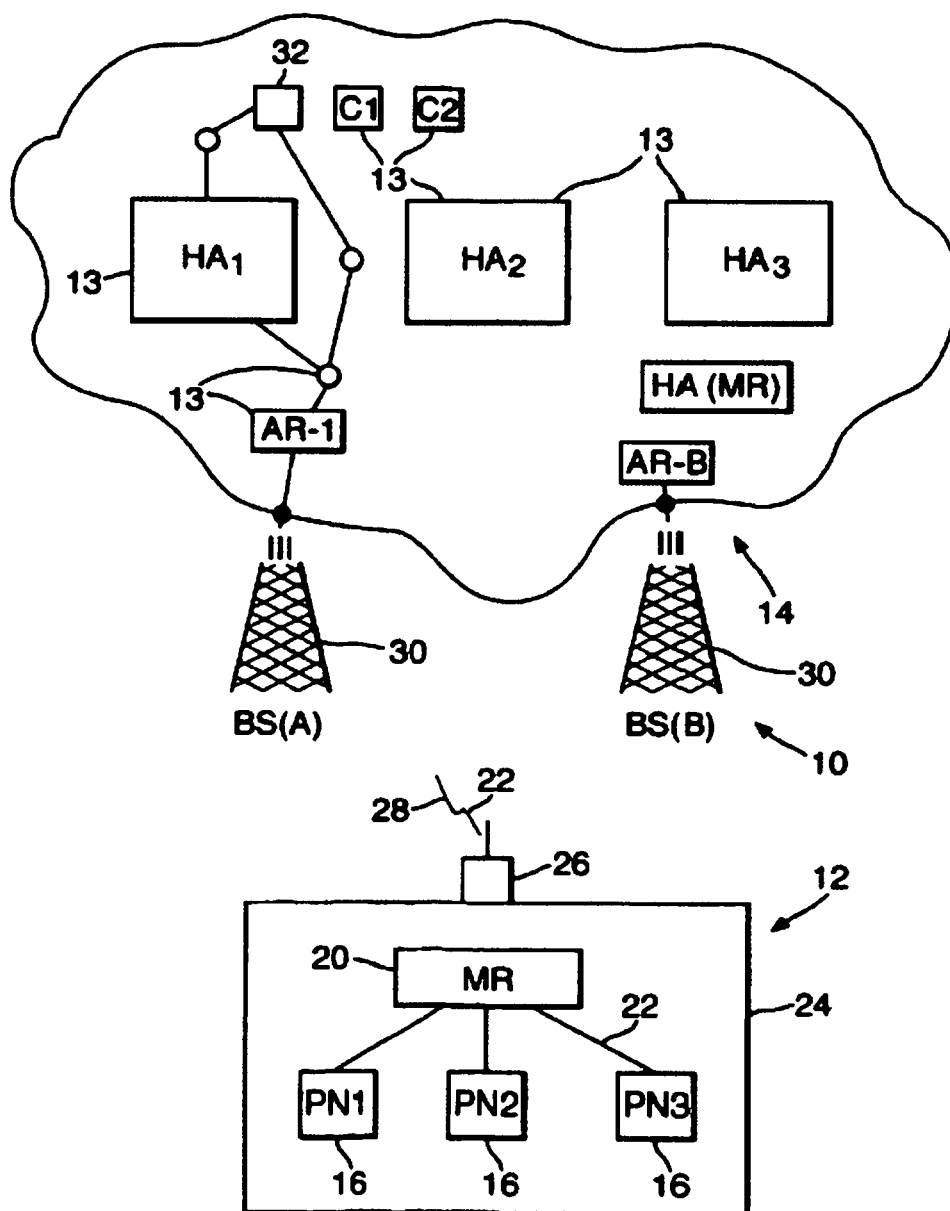
29. Sistema de telecomunicaciones según la reivindicación 28, en el que el mensaje de actualización adicional incluye la nueva dirección "care-of" del primer encaminador.

30. Red (12) movable para la comunicación con una red (14) principal, presentando la red (14) principal al menos un nodo (MR1_HA) de red que es un agente de directorio, almacenando el agente de directorio información de encaminamiento para reenviar datos recibidos a un medio (MR3) de encaminador de nivel inferior de la red (12) movable, y una pluralidad de puntos (BS-A, BS-B) de interconexión separados con los que la red (12) movable puede interconectarse temporalmente, incluyendo la red (12) móvil: una pluralidad de nodos (ON) de nivel superior; un medio (MR1) de encaminador de nivel superior para encaminar datos selectivamente hasta uno o más de los nodos (ON) de nivel superior; una pluralidad de nodos (PN) de nivel inferior; y un medio (MR3) de encaminador de nivel inferior para encaminar datos selectivamente hasta uno o más de los nodos (PN) de nivel inferior, pudiendo interconectarse los medios (MR1, MR3) de encaminador de nivel superior e inferior de manera que cuando están interconectados, el medio (MR1) de encaminador de nivel superior puede encaminar datos hacia el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, estando configurado el medio (MR1) de encaminador de nivel superior para transmitir mensajes de encaminamiento al nodo (MR3_HA) de red, conteniendo cada mensaje de encaminamiento información de encaminamiento que facilita el encaminamiento de los datos desde el nodo (MR3_HA) de red hasta el punto de interconexión actual de la red (12) movable, en la que el medio (MR1) de encaminamiento de nivel superior está configurado para

(i) detectar un primer evento de interconexión como resultado de la interconexión del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior y, en respuesta a la detección del evento de interconexión, transmitir un primer mensaje de encaminamiento al nodo (MR3_HA) de red, siendo el primer evento de interconexión la transmisión desde el medio (MR3) de encaminador de nivel inferior de un mensaje de actualización hasta el agente (MR3_HA) de directorio, conteniendo el mensaje de actualización información de encaminamiento actualizada para permitir que el agente (MR3_HA) de directorio tenga en cuenta la interconexión del medio (MR3) de encaminador de nivel inferior, y

(ii) detectar un segundo evento como resultado de la interconexión de la red (12) movable con un nuevo punto (BS-A, BS-B) de interconexión y, en respuesta a la detección del segundo evento de interconexión, transmitir un segundo mensaje de encaminamiento al nodo (MR3_HA) de red.

Fig.1.



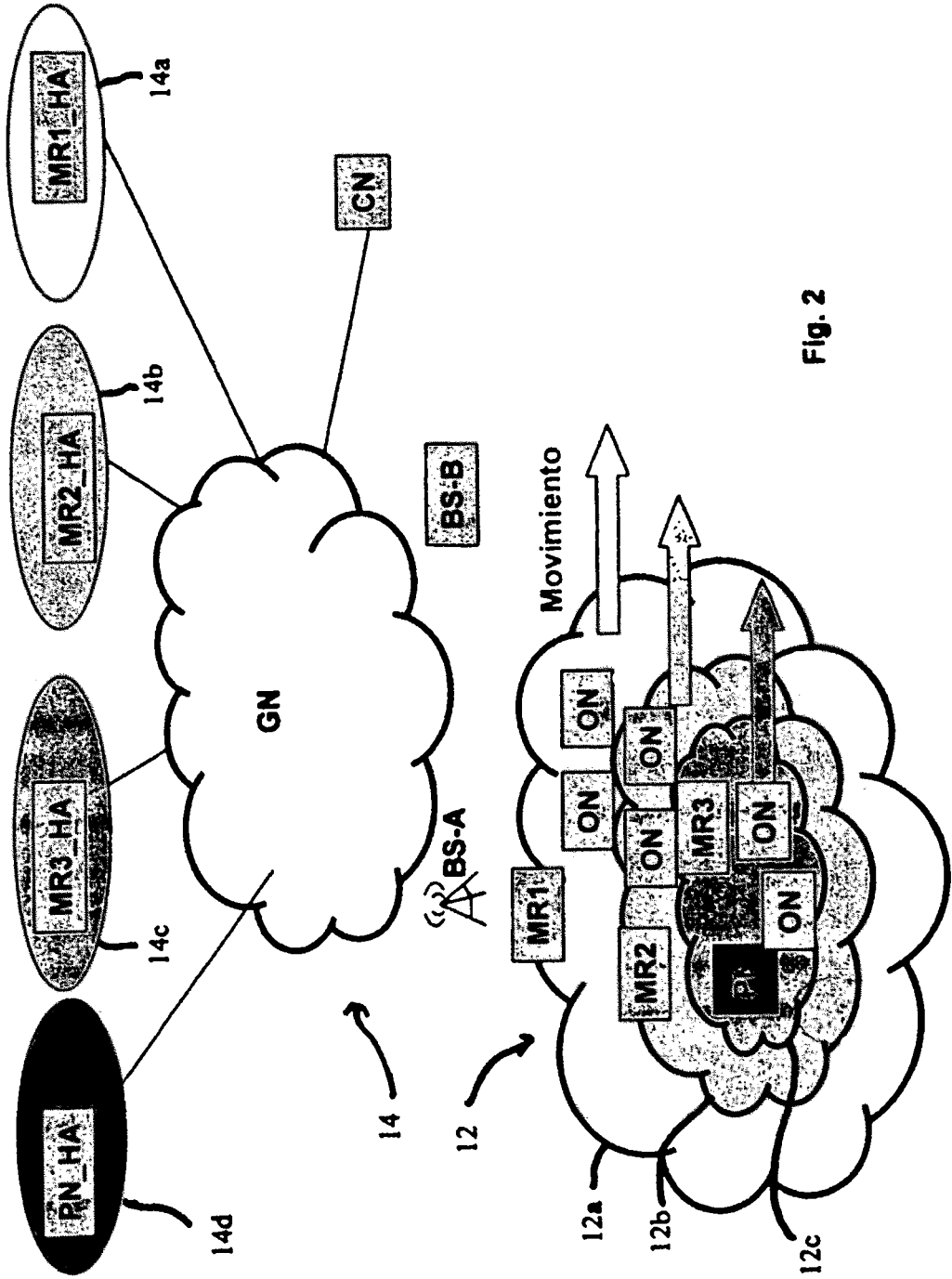
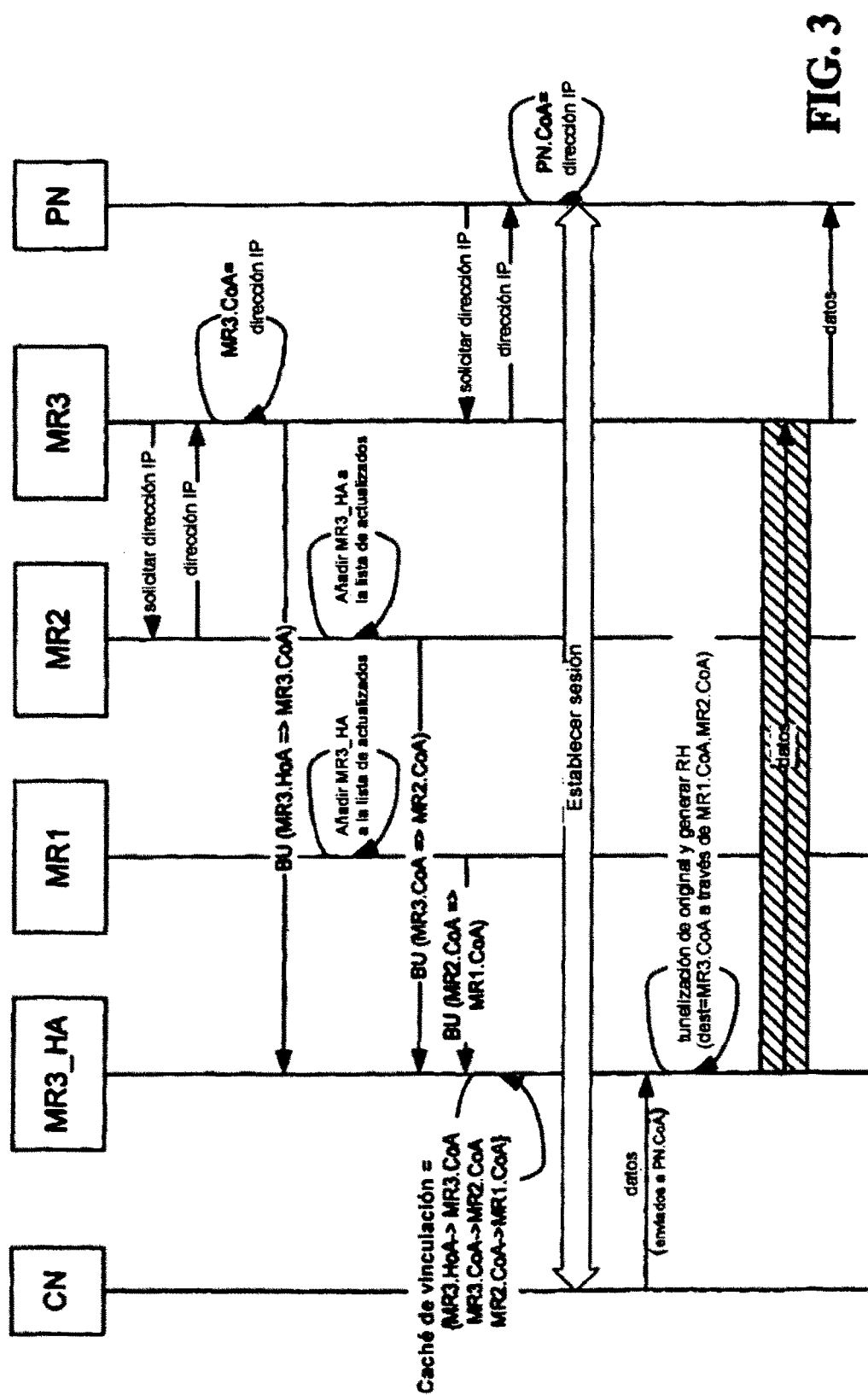


Fig. 2



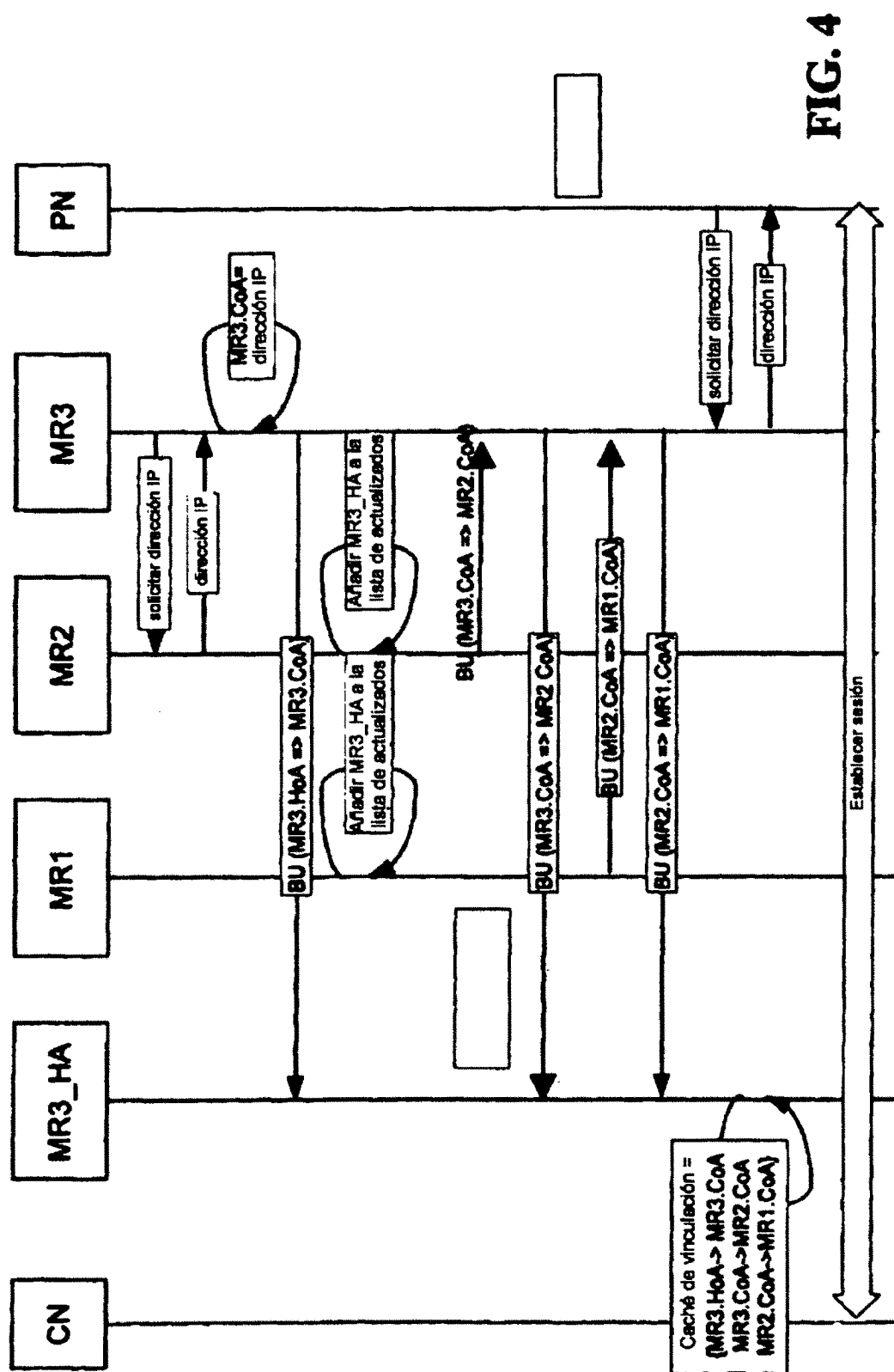


Fig.5.

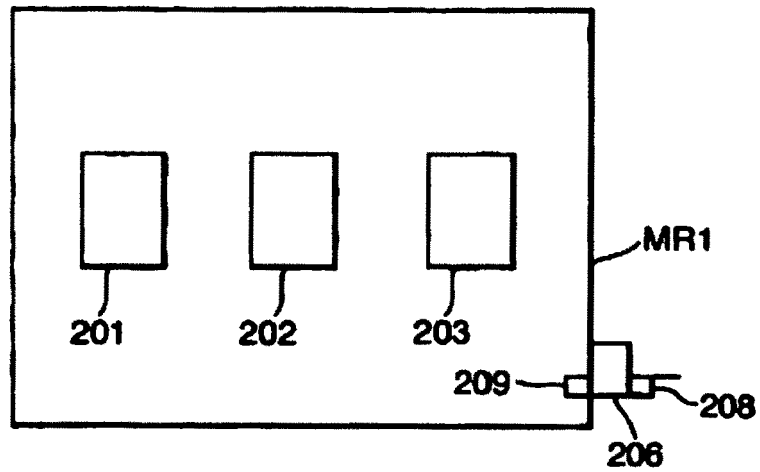


Fig.6.

