

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 543**

51 Int. Cl.:

**H04W 8/08** (2009.01)

**H04W 88/18** (2009.01)

**H04W 84/04** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2010 E 10751793 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.10.2014 EP 2604052**

54 Título: **Aparato y procedimiento para gestión de movilidad local en una red de femtocélulas agrupadas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.12.2014**

73 Titular/es:

**NEC EUROPE LTD. (100.0%)  
Kurfürsten-Anlage 36  
69115 Heidelberg, DE**

72 Inventor/es:

**ZDARSKY, FRANK;  
MAEDER, ANDREAS;  
AL SABEA, SABAH y  
SCHMID, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

**ES 2 524 543 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

Aparato y procedimiento para gestión de movilidad local en una red de femtocélulas agrupadas

5 La presente invención se refiere a una red de femtocélulas agrupadas que incluye una pluralidad de puntos de acceso de femtocélulas que están conectados a través de una interfaz lógica a una red móvil con el fin de proporcionar a los equipos de usuario acceso radioeléctrico a dicha red móvil, en la que dicha red móvil incluye una Función de Gestión de Movilidad (MMF, *Mobility Management Function*). Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para operar dicha red de femtocélulas agrupadas.

10

En la presente solicitud se hará referencia a varios documentos que contienen especificaciones técnicas. Para favorecer la sencillez, se hace referencia a los documentos del modo siguiente:

[1] 3GPP, "TS 36.300 V8.10.0; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E- UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E- UTRAN); Overall description; Stage 2", Sept. 2009

15

[2] 3GPP, "TS 23.401 V8.8.0; Technical Specification Group Services and System Aspects; General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access", Dic. 2009

20

[3] 3GPP, "TS 36.423 V9.0.0; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); X2 Application Protocol (X2AP)", Sept. 2009

[4] 3GPP, "TS 36.413 V9.0.0; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); S1 Application Protocol (S1AP)", Sept. 2009

25

[5] Soliman y col. Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6). IETF RFC 4140.

[6] WiMAX Forum, "WMF-T32-001-R015v01; WiMAX Forum Network Architecture; Architecture Tenets, Reference Model and Reference Points; Base Specifications", Nov. 2009

30

Los Puntos de Acceso de Femtocélulas (FAP, *Femtocell Access Points*) son esencialmente versiones en pequeña escala de las Estaciones de Base (BS, *Base Stations*) (de macrocélulas) que proporcionan Equipos de Usuario (UE, *User Equipments*, por ejemplo, teléfonos móviles y tabletas de Internet) con acceso radioeléctrico a una Red Móvil (MN, *Mobile Network*). Una característica distintiva de los FAP es que –a diferencia de las BS– son instalados por los clientes de un Operador de Redes Móviles (MNO, *Mobile Network Operator*) por sí mismos y en sus instalaciones en modo "enchufar y usar". Sin embargo, aunque los FAP son desplegados por los clientes de los MNO forman parte de la Red de Acceso Radioeléctrico (RAN, *Radio Access Network*) del MNO y así tienen requisitos similares que las BS. Específicamente, todas las funciones relacionadas con la gestión de la movilidad y la gestión radioeléctrica están bajo el control del MNO y se manejan de una forma uniforme para garantizar la coexistencia radioeléctrica entre los FAP y las BS y también para permitir la movilidad de usuarios entre ellos.

40

Para intercambiar datos de usuario y datos de control (por ejemplo, mensajes de señalización) entre los FAP y la Red Móvil, los FAP se conectan a través de una interfaz lógica a la MN similar a las BS. Físicamente, sin embargo, los datos de un FAP de un cliente del MNO son enviados por la red local del cliente, y a continuación por el enlace de retroceso del cliente a Internet público, y finalmente a través de Internet público a la MN del operador respectivo (y a la inversa). Se incrementa así la carga de tráfico en la red del cliente y en particular en el enlace de retroceso, que a menudo supone un estrangulamiento de los recursos. Además, los mensajes de señalización experimentan una latencia incrementada en comparación con las conexiones rápidas entre las BS y la MN.

50

En muchos casos, cada uno de los clientes del MNO (por ejemplo, un domicilio privado) desplegará un único FAP. En el caso de Redes de Femtocélulas Agrupadas (CFN, *Clustered Femtocell Networks*), un gran número de los FAP son desplegados por una organización con la intención de construir una red móvil que se beneficie del concepto de Femtocélula (es decir, mayor caudal, mejor cobertura, etc.), pero al mismo tiempo use tecnologías contrastadas y ampliamente usadas tales como 3GPP LTE o WiMAX móvil. Un ejemplo típico de una Red de Femtocélulas Agrupadas es una Red de Femtocélulas de Empresa. En este caso, la Empresa despliega una Red de Femtocélulas interna que está todavía técnicamente bajo el control de un operador de red móvil.

55

Una CFN se despliega probablemente para un gran número de usuarios de dispositivos móviles. Esto significa que

la velocidad de trasposos intra-FAP de los UE (es decir, desde un FAP de una CFN a otro FAP de la misma CFN), de entrada (es decir, de la red de macrocélulas a la CFN) y de salida (es decir, de la CFN a la red de macrocélulas) es potencialmente alta. También, es probable que una cantidad importante de tráfico de voz o datos sea local en la CFN, por ejemplo, se intercambie entre UE conectados a los FAP de la misma CFN.

5

En las arquitecturas de MN actuales, los datos de usuario entre dos UE locales deberían enviarse a través de la Función de Gestión de Movilidad (MMF) respectiva de estos UE dentro de la MN. Debe entenderse que el término general "Función de Gestión de Movilidad" se refiere a la función correspondiente dentro de cada tecnología específica, por ejemplo, SGSN en 3GPP, MME/S-GW en 3GPP LTE [1,2] y las funciones HO y DP en una arquitectura WiMAX [6]. Para que la MMF se vea implicada en toda la gestión de movilidad, los datos deben atravesar el enlace de retroceso de la CFN e Internet público dos veces: una vez cuando se envían desde la CFN a la entidad o entidades de gestión de movilidad en la MN y una vez en el camino de retorno. Análogamente, cuando tiene lugar un traspaso dentro de la CFN, deben intercambiarse mensajes de señalización de gestión de movilidad entre los FAP implicados y la función de gestión de movilidad dentro de la MN.

15

La gestión de movilidad localizada para las CFN no se contempla actualmente en las normas de la arquitectura MN. Un enfoque sencillo para implementar una gestión de movilidad localizada consistiría en adoptar un enfoque jerárquico (por ejemplo, similar a [5]), en el que el punto de anclaje de la movilidad en la MN es responsable del manejo de la movilidad entre la red de macrocélulas y la o las CFN y en el que cada CFN tendría un punto de anclaje de la movilidad local subordinado para el manejo de la movilidad local. Sin embargo, esto requeriría la introducción de una nueva interfaz entre los puntos de anclaje de movilidad de la MN y los niveles de CFN, así como cambios en la implementación del anclaje de la movilidad de nivel MN, que tendrían que ver al mismo tiempo con las BS, los FAP individuales y los anclajes de la movilidad de la CFN.

20

Como las arquitecturas de MN actuales apoyan una "reselección" de un punto de anclaje de la movilidad de un UE, otro enfoque consistiría en colocar un punto de anclaje de la movilidad regular en cada CFN. Los trasposos de entrada y de salida se implementarían entonces a través de una reselección entre puntos de anclaje de movilidad homólogos. El inconveniente de este enfoque es que la interfaz entre puntos de anclaje de movilidad no está asegurada, ya que se supone que es una interfaz interna del MNO y sólo está expuesta a los clientes de máxima confianza (si los hubiere).

30

Además, las soluciones de la técnica anterior proporcionan gestión de movilidad localizada para picocélulas o UMA (Acceso Móvil Sin Licencia, *Unlicensed Mobile Access*) mediante la implementación local de una Red de Acceso Radioeléctrico completa que está integrada en la red del MNO. Como las picocélulas son propiedad exclusiva y están manejadas completamente por el MNO, esta solución no plantea problemas de seguridad, sino que requiere una integración significativamente profunda con la MN y se acompaña de una carga adicional no desdeñable para el aprovisionamiento por el MNO. En consecuencia, dichas soluciones son ofrecidas por el MNO a sus mayores clientes, en el mejor de los casos.

35

El documento XP050163296 titulado "EUTRAN Proxy in support of massive deployment of HNBs", de Mitsubishi Electric y publicado el 05-02-2008 por 3GPP, desvela una arquitectura intermediaria de HNB de nodos B domésticos en la que se despliega un número enorme de eNodoB domésticos.

40

El documento XP050163662 titulado "Impact on S1AP from HeNB GW concept" de NSN y publicado el 18-02-2008 por 3GPP, expone los impactos causados por "HeNBs S1 simplification by means of HeNB GW" y "EUTRAN proxy in support of massive deployment of HNBs" y propone soluciones de traspaso.

45

El documento WO2010086014, titulado "METHOD AND DEVICE FOR DATA PROCESSING IN AN ACCESS POINT SUPPORTING LOCAL BREAKOUT" y publicado el 5-08-2010, desvela un punto de acceso que proporciona una función de gestión de movilidad para sesiones a través de un portador y controla un portador de interrupción local.

50

Todos los enfoques descritos anteriormente significarían cambios importantes en la arquitectura actual.

Por tanto, un objeto de la presente invención es mejorar y desarrollar adicionalmente una red de femtocélulas agrupadas del tipo descrito inicialmente y un procedimiento para operar dicha red de tal manera que se permitan los trasposos entre los FAP de una CFN con una cantidad mínima de señalización a la MN durante la conexión de retroceso de la CFN y que no se requieran cambios en las interfaces y los procedimientos relacionados con la movilidad en la MN.

55

De acuerdo con la invención, el objeto mencionado anteriormente se consigue mediante una red de femtocélulas agrupadas que comprenden las características de la reivindicación 1. Según esta reivindicación, dicho procedimiento se caracteriza porque se proporciona una función lógica (Función de Gestión de Movilidad Intermediaria, P-MMF, *Proxy Mobility Management Function*) que facilita la gestión de movilidad local de dichos equipos de usuario en dicha red de femtocélulas agrupadas, en la que dicha P-MMF intercepta e interpreta la señalización relacionada con la movilidad entre dicha MMF y dichos puntos de acceso de femtocélulas de tal manera que emula hacia dichos puntos de acceso de femtocélulas el comportamiento de la MMF de dicha red móvil y hacia la MMF de dicha red móvil el comportamiento de dichos puntos de acceso de femtocélulas.

10 Además, el objeto mencionado anteriormente se consigue mediante un procedimiento para operar una red de femtocélulas agrupadas que comprende las características de la reivindicación 13. Según esta reivindicación, dicho procedimiento se caracteriza porque se proporciona una función lógica (Función de Gestión de Movilidad Intermediaria (P-MMF)) que permite la gestión de movilidad local de dichos equipos de usuario en dicha red de femtocélulas agrupadas, en la que dicha P-MMF intercepta e interpreta la señalización relacionada con la movilidad  
15 entre dicha MMF y dichos puntos de acceso de femtocélulas de tal manera que emula hacia dichos puntos de acceso de femtocélulas el comportamiento de dicha MMF de red móvil y hacia dicha MMF de red móvil el comportamiento de dichos puntos de acceso de femtocélulas.

Según la invención se ha reconocido que una reducción de la carga de datos de usuario y de control en el retroceso así como la latencia del envío de datos puede conseguirse mediante localización de la gestión de movilidad ("gestión de movilidad localizada"), es decir, mediante el manejo de la movilidad local localmente y el envío de tráfico de datos locales localmente. Además, se ha reconocido que facilitar una gestión de movilidad localizada requiere alguna forma de anclaje de movilidad dentro de la Red de Femtocélulas Agrupadas (CFN, *Clustered Femtocell Network*). Finalmente, se ha reconocido que con el fin de mantener los cambios necesarios en la arquitectura actual en el menor valor posible y para no necesitar modificaciones ni de la Función de Gestión de Movilidad (MMF) de la MN ni de los FAP de la CFN y en particular la interfaz lógica entre ellos (por ejemplo, la interfaz S1 en una arquitectura LTE [4]), es necesario que la MMF de la MN siga "creyendo" que está conectada directamente a los FAP de la CFN y que estos últimos están conectados directamente a la MMF.

30 Según la presente invención se consigue a través de la introducción de una nueva función lógica en la CFN, denominada "MMF Intermediaria" o "P-MMF". Preferentemente, la P-MMF se inserta en la interfaz lógica entre los FAP de la CFN y la MMF de la red móvil y localiza la movilidad dentro de la CFN. Para ello, intercepta e interpreta los mensajes de señalización relacionados con la movilidad entre la MMF de la MN y el FAP de tal manera que emula hacia los puntos de acceso de femtocélulas el comportamiento de la MMF de la red móvil, en particular en términos de manejo de traspasos inter-FAP de los UE relacionados. Esto significa que la gestión de movilidad se vuelve transparente y oculta de la MMF de la red móvil.  
35

En consecuencia, la presente invención consigue una señalización relacionada con la movilidad reducida durante la conexión de retroceso entre empresa y la red de operador móvil y un rendimiento optimizado de funciones relacionadas con la movilidad en el dominio de red de la empresa.  
40

En la práctica, puede haber funciones de red adicionales "entre" la MMF de la MN y los FAP de la CFN, que son Pasarelas FAP y de Seguridad. Sin embargo, éstas realizan funciones adicionales no relacionadas con la movilidad y son transparentes con respecto a la relación entre la MMF y los FAP. En la descripción de la presente invención se omiten por tanto para mayor sencillez.  
45

Al introducir una Función de Gestión de Movilidad Intermedia según la presente invención, se proporciona soporte para gestión de movilidad localizada en las CFN sin la necesidad de tratar la CFN como una RAN completa de la MN. Además, al modificar la P-MMF de forma apropiada los mensajes relacionados con la movilidad, pueden reutilizarse las interfaces estándar del subsistema de femtocélulas de la arquitectura de red móvil. Por otra parte, la presente invención es aplicable para redes de femtocélulas en toda clase de redes móviles de banda ancha, en particular en entornos 3GPP y Mobile WiMAX, y tiene un diseño conforme estándar para 3GPP versión 8 y superiores.  
50

Según una realización preferida la P-MMF puede configurarse para enviar y/o generar selectivamente mensajes de señalización modificados de forma apropiada, de manera que la MMF de la red móvil "crea" que un UE sigue conectado al mismo FAP. En otras palabras, la P-MMF modifica los mensajes de señalización de tal manera que la MMF de la red móvil no es consciente de ningún movimiento de UE dentro de la red de femtocélulas agrupadas. Dicha "ocultación de la movilidad" por parte de la P-MMF puede realizarse para la totalidad o sólo para traspasos  
55

seleccionados entre puntos de acceso de femtocélulas de la red de femtocélulas agrupadas y para la totalidad o sólo para los UE seleccionados.

A este respecto es importante observar que la provisión de una P-MMF, que localiza la movilidad dentro de la red de femtocélulas agrupadas ejecutando las etapas mencionadas anteriormente, debe distinguirse de un enfoque de movilidad jerárquico según el cual una MMF delegaría "conscientemente" la funcionalidad de gestión de movilidad en una MMF de nivel inferior responsable de una cierta región. En tal caso una MMF de nivel superior sólo conocería la MMF siguiente de nivel inferior de un UE, aunque no conocería el punto de acceso de femtocélulas al que está conectado el UE.

Una vez que se facilita la gestión de movilidad localizada introduciendo la P-MMF, según un enfoque todavía más sofisticado puede proporcionarse que la P-MMF use sus propios algoritmos para optimizar la movilidad dentro de la red de femtocélulas agrupadas. Por ejemplo, la P-MMF puede aplicar sus propios algoritmos con respecto a optimizaciones de equilibrado de carga, rastreo de la posición de UE y/o ahorro de energía. La aplicación de algoritmos propios se acompaña de la ventaja de ser capaz de realizar acciones que están adaptadas en la máxima medida posible a las necesidades específicas de la red de femtocélulas agrupadas.

Según otra realización preferida, en el caso de que un UE se asocie inicialmente a un punto de acceso de femtocélulas dentro de la red de femtocélulas agrupadas (que en lo sucesivo se refiere como punto inicial de acceso de femtocélulas), es decir, por ejemplo cuando un UE es traspasado inicialmente desde una estación de base externa, puede proporcionarse que la P-MMF se configure para dejar que los mensajes de señalización relacionados con el traspaso entre la MMF de la red móvil y el punto inicial de acceso de femtocélulas pasen de forma normal sin realizar ninguna modificación en los mismos. La P-MMF puede simplemente crear o actualizar la información de estado para ese UE. Sin embargo, si más adelante el UE es traspasado a otros puntos de acceso de femtocélulas dentro de la misma red de femtocélulas agrupadas, la P-MMF puede, tal como se describe anteriormente, "ocultar" estos traspasos a la MMF de la red móvil. En consecuencia, la información de estado que tienen la MMF y la P-MMF sobre un UE diferirá, a no ser que el UE regrese a su punto inicial de acceso de femtocélulas en un instante de tiempo posterior.

Existen situaciones en las que un UE no está ligado en la actualidad a su punto inicial de acceso de femtocélulas, por ejemplo, después de haber realizado un primer traspaso tras el traspaso de entrada inicial, pero su punto de acceso de femtocélulas actual necesita intercambiar mensajes de señalización con la MMF de la red móvil que puede no haber sido ocultada por la P-MMF. Un ejemplo típico sería el de la configuración o interrupción de una nueva sesión de comunicación o "portador". En tal caso la P-MMF puede modificar los mensajes de señalización relacionados con el traspaso sustituyendo el punto de acceso de femtocélulas actual del UE por el punto inicial de acceso de femtocélulas, y a la inversa.

Según otra realización puede proporcionarse que la P-MMF, en el caso en que un UE no esté conectado a su punto inicial de acceso de femtocélulas (es decir, el que fue seleccionado, por ejemplo, tras el traspaso a la red de femtocélulas o tras la unión inicial), realice una resincronización de la información de estado del UE con la MMF de la red móvil lo que da lugar, por ejemplo, a que el punto de acceso de femtocélulas actual se convierta en el nuevo punto inicial de acceso de femtocélulas. Dicha resincronización puede efectuarse en particular en situaciones en las que se requiera que la señalización recibida por la MMF contenga información sobre los puntos de acceso de femtocélulas reales a los que está conectado un UE. Por ejemplo, lo anterior puede requerirse en casos de traspaso de un UE desde la red de femtocélulas agrupadas a una estación de base en la red móvil. Dependiendo de la implementación de software de la MMF, la P-MMF podría simplemente dejar que los mensajes de señalización con la información sobre el punto de acceso de femtocélulas real pasaran sin modificar, o puede realizar con antelación la resincronización mencionada anteriormente de la información de estado entre la MMF y la P-MMF. Para resincronizar los estados, la P-MMF puede enviar mensajes de señalización que emulan un traspaso desde el punto inicial de acceso de femtocélulas a los puntos de acceso de femtocélulas reales hacia la MMF.

En relación con una realización adicional de la presente invención, se tiene en cuenta adicionalmente el caso de señalización optimizada de traspaso entre las BS y los FAP. En este contexto es importante tener presente que para preparar y ejecutar un traspaso, es preciso intercambiar mensajes de señalización entre la BS de un UE actual y una o más BS diferentes (la "BS candidata" o la "BS objeto" seleccionada finalmente). En el caso no optimizado, estos mensajes se intercambian indirectamente a través de la MMF de la MN (es decir, a través de la interfaz S1 en un acceso LTE [4], o de la interfaz R6 en WiMAX [6]). En el caso optimizado, se intercambian directamente entre las BS implicadas (es decir, a través de la interfaz X2 en un acceso LTE [3], o la interfaz R8 en WiMAX [6]) y se comunica sólo el resultado a la MMF de la MN. Este caso de traspaso optimizado no está definido actualmente para traspasos

entre los FAP.

No obstante para optimizar los traspasos desde, hacia o entre las CFN, podría extenderse una P-MMF para la traducción entre los mensajes de señalización respectivos. Por ejemplo, en el caso de LTE, hacia el exterior de una CFN (es decir, a la MMF y las BS o las CFN adyacentes) podría aparecer como un conjunto de BS que soportan mensajes de señalización de traspaso X2 y traducir estos mensajes a/desde los mensajes de señalización de traspaso S1 usados en la CFN para comunicación entre los FAP.

Hasta ahora, sólo se ha descrito el modo en que la P-MMF maneja los mensajes de señalización relacionados con la movilidad (el "plano de control") para localizar la movilidad. Ventajosamente, con el fin de soportar un intercambio de datos ininterrumpido, puede proporcionarse que la P-MMF incluya una función que redirija también el tráfico de datos real ("plano de datos") desde la MN al FAP actual de un UE, si fuera necesario, y a la inversa para tráfico desde el UE a la MN. Esta función podría integrarse en la P-MMF o ser una función separada. Por ejemplo en el caso de acceso LTE, la P-MMF adicional puede implementarse dentro de un nuevo elemento denominado Entidad de Gestión de Movilidad Intermediaria (Proxy MME). Puede estar soportada por otro elemento, la Pasarela de Servicio Intermediaria (S-GW Intermediaria), para redirigir el tráfico de datos real desde la MN al FAP actual de un UE.

Según una realización de la presente invención, la P-MMF que incluye dicha función de redirección del tráfico puede configurarse para localizar el tráfico de datos enviado desde un FAP a otro FAP de la misma CFN, es decir, sin enviar el tráfico primero a la MN cuando a continuación se enviaría de nuevo a la CFN y atravesaría así el retroceso entre las dos redes dos veces. Para localizar el envío de tráfico, y optimizar el encaminamiento, la P-MMF interceptaría tráfico enviado desde un FAP y destinado en última instancia a otro FAP de la misma CFN en el camino de la MN y lo redirigiría inmediatamente al FAP de destino. Análogamente, la P-MMF podría actuar como el punto de "interrupción local" para acceder a la red IP local (*Local IP Access* o LIPA) o para Descarga de Tráfico IP Seleccionado (SIPTO, *Selected IP Traffic Off-loading*) en Internet.

Por motivos de resiliencia y equilibrado de carga, la presente solución de gestión de movilidad local podría extenderse para el soporte de múltiples P-MMF dentro de una CFN y/o asociando una P-MMF con múltiples MMF en la MN. En particular, pueden proporcionarse múltiples P-MMF, en las que cada P-MMF está asociada con una MMF en la MN.

Según una realización adicional de la presente invención la MMF Intermediaria también podría usarse para gestión de movilidad localizada dentro de grupos de BS en la MN en sí.

Existen varias formas de diseñar y desarrollar adicionalmente las enseñanzas de la presente invención de una forma ventajosa. Para este fin, se hace referencia a las reivindicaciones de patente subordinadas a las reivindicaciones de patente 1 y 13 por una parte y a la siguiente explicación de realizaciones preferidas de la invención a modo de ejemplo, ilustradas por las figuras, por otra parte. En relación con la explicación de las realizaciones preferidas de la invención con ayuda de las figuras, se explicarán en general realizaciones preferidas y desarrollos adicionales de las enseñanzas. En los dibujos:

la fig. 1 es una vista esquemática que ilustra el modo en que se insertaría una Función de Gestión de Movilidad Intermediaria en una arquitectura de una red de femtocélulas agrupadas que está bajo el control del operador de una red móvil en la interfaz estándar entre la MMF de la red móvil y los FAP de la CFN,

la fig. 2 es una vista esquemática que ilustra el flujo de mensajes de un traspaso entre dos puntos de acceso de femtocélulas de una red de femtocélulas agrupadas según una realización de la presente invención, y

la fig. 3 es una vista esquemática que ilustra el flujo de mensajes de un traspaso desde una red móvil a un punto de acceso de femtocélulas de una red de femtocélulas agrupadas según otra realización de la presente invención.

La fig. 1 ilustra esquemáticamente una arquitectura de una red de femtocélulas agrupadas CFN que está bajo el control del operador de una red móvil MN. La CFN incluye una pluralidad de puntos de acceso de femtocélulas a los que están conectados FAP a través de Internet público a una Función de Gestión de Movilidad MMF de la MN. La MMF está configurada para intercambiar mensajes de señalización con las estaciones de base BS (sólo una de las cuales se representa en la fig. 1) con el fin de realizar la gestión de movilidad de los equipos de usuario UE asociados.

Según la presente invención, se proporciona una función lógica (Función de Gestión de Movilidad Intermediaria P-MMF) en la CFN. La P-MMF incluye interfaces estándar de la MN para conectar los FAP de la CFN a la MN. La P-MMF está configurada para localizar la movilidad de los UE en la CFN, en la que la P-MMF intercepta e interpreta la señalización relacionada con la movilidad entre la MMF y los FAP y envía y/o genera selectivamente mensajes de señalización modificados de forma apropiada. Para ello, intercepta e interpreta la señalización relacionada con la movilidad entre la MMF de la MN y los FAP, y a continuación

5 - hacia los FAP de la CFN emula el comportamiento de la MMF de la MN en términos de manejo de trasposos inter-FAP de los Equipos de Usuario (UE) conectados, mientras que

10

- hacia la MMF de la MN envía (o genera) selectivamente mensajes de señalización modificados de forma apropiada de manera que la MMF "cree" que un UE permanece conectado al mismo FAP (es decir, que no se está moviendo en absoluto).

15 En otras palabras, la P-MMF oculta a la CFN la movilidad interna del UE desde la MMF en la MN. Como consecuencia de facilitar la gestión de movilidad localizada por medio de la introducción de la P-MMF, se reduce significativamente la carga adicional de señalización entre la CFN y la MN sobre la potencialmente costosa (en términos de coste y recursos) conexión de retroceso entre las dos redes e Internet. Además, la P-MMF puede usar sus propios algoritmos para optimizar la movilidad dentro de la CFN (es decir, optimizaciones de equilibrado de carga, rastreo de localización de UE o ahorro de energía) adaptados a las necesidades específicas de la CFN. Además, la información sobre movilidad de los UE en la CFN es "ocultada" de la MN, con lo que se incrementa la privacidad de la información.

A modo de ejemplo, en las fig. 2 y 3 se ilustran dos realizaciones de la presente invención. La fig. 2 ilustra el flujo de mensajes de un traspaso inter-FAP (punto de acceso de femtocélulas), es decir, un traspaso realizado entre dos FAP dentro de la red de femtocélulas agrupadas CFN en el caso de acceso 3GPP LTE (*Long Term Evolution*, evolución a largo plazo). La fig. 3 ilustra el flujo de mensajes de un traspaso desde la red móvil MN a un FAP dentro de la CFN, también en el caso de acceso LTE. El traspaso de entrada ilustrado se realiza de una forma optimizada en la que se ejecuta directamente entre las estaciones de base BS implicadas.

30

En relación con las realizaciones de las fig. 2 y 3 debe observarse que para acceso LTE, la P-MMF que se proporciona según la presente invención se implementa dentro de un nuevo elemento denominado MME Intermediaria (Entidad de Gestión de Movilidad Intermediaria, *Proxy Mobility Management Entity*). La MME Intermediaria está soportada por otro elemento, la S-GW Intermediaria (Pasarela de Servicio Intermediaria, *Proxy Serving Gateway*), para redirigir el tráfico de datos real desde la MN al FAP actual de un UE.

35

Tal como se menciona anteriormente, la fig. 2 muestra el flujo de mensajes de traspaso inter-FAP. La realización ilustrada es una versión modificada del traspaso basado en S1 explicado en [2]. Según la especificación del traspaso basado en S1, en la realización ilustrada también se considera que la MME y la S-GW no se reubicar.

40

Antes de que se decida un traspaso del UE, se intercambian los datos del plano de usuario entre el FAP de origen (que es el punto de acceso de femtocélulas de una CFN al que el UE está conectado actualmente) y la Pasarela de Servicio (S-GW, *Serving Gateway*) a través de la S-GW Intermediaria sobre túneles preestablecidos. La S-GW es parte de la MN cuyo operador tiene el control de la CFN.

45

Después de tomar una decisión de traspaso (etapa 1), el FAP de origen envía un mensaje de "Traspaso requerido" (etapa 2) a la MME, que, sin embargo, es interceptado por la MME Intermediaria. Esto se diferencia de las soluciones de gestión de movilidad local de la técnica anterior según las cuales el FAP de origen enviaría en su lugar explícitamente dicho mensaje a una MME local. También se diferencia de las soluciones de gestión de la movilidad no local de la técnica anterior según las cuales el mensaje se enviaría a través del enlace de retroceso a la MME sin ser interceptado. La MME Intermediaria interpreta el contenido del mensaje de "Traspaso requerido" y reconoce que el FAP de destino forma parte de la CFN que controla. Por tanto no envía el mensaje a la MME de la red móvil, sino que genera un mensaje de "Petición de traspaso", que envía en nombre de la MME al FAP de destino (etapa 3). El FAP de destino realiza el control de admisión habitual y envía un mensaje de "Acuse de recibo de petición de traspaso" a la MME, que de nuevo es interceptado por la MME.

50

55

Para evitar la pérdida de datos, es común enviar los datos del enlace descendente recibidos mientras el traspaso está en curso desde el FAP de origen al FAP de destino. Dado que no existe un envío directo de datos -en este contexto es importante observar que la interfaz X2 entre los FAP todavía no ha sido definida en las especificaciones

estándar- ahora es obligatoria la creación de un túnel de envío de datos indirecto. Normalmente, este envío de datos indirecto tendría lugar a través de la S-GW de la red móvil. Sin embargo, la MME Intermediaria optimiza este envío instruyendo a la S-GW Intermediaria, a través de la cual deben pasar datos desde/hacia la S-GW, para su envío inmediatamente al FAP de destino, en lugar de ir a través de la red móvil. Para ello, se intercambian mensajes

5 "Crear petición/respuesta de túnel de envío de datos indirecto" entre la MME Intermediaria y la S-GW Intermediaria (etapas 4 y 4a).

En las etapas 5 y 5a, se genera un mensaje de "Orden de traspaso" por parte de la MME Intermediaria y se remite en nombre de la MME al FAP de origen y después al UE para ordenar al UE que cambie a la nueva célula. Sin embargo, antes de separarse del FAP de origen y sincronizarse con el nuevo, el FAP de origen envía un mensaje de

10 "Transferencia de estado del eNB" (etapas 6 y 6a) al FAP de destino a través de la MME, de nuevo interceptado y procesado por la MME Intermediaria.

En la etapa 7, sólo tiene lugar envío de datos indirecto del enlace descendente desde el FAP de origen al FAP de destino a través de la S-GW Intermediaria (en lugar de la S-GW). El envío directo sigue sin ser posible debido a la ausencia de una interfaz X2 entre el FAP de origen y el FAP de destino. En el FAP de destino los datos del enlace descendente enviados se guardan en memoria intermedia. Como una optimización adicional, la S-GW Intermediaria podría redirigir inmediatamente los datos del enlace descendente de entrada desde la S-GW al FAP de destino, de manera que sólo fuera necesario que algunos paquetes de datos siguieran la ruta indirecta a través del FAP de

15 destino a través de la S-GW Intermediaria (en lugar de la S-GW). El envío directo sigue sin ser posible debido a la ausencia de una interfaz X2 entre el FAP de origen y el FAP de destino. En el FAP de destino los datos del enlace descendente enviados se guardan en memoria intermedia. Como una optimización adicional, la S-GW Intermediaria podría redirigir inmediatamente los datos del enlace descendente de entrada desde la S-GW al FAP de destino, de manera que sólo fuera necesario que algunos paquetes de datos siguieran la ruta indirecta a través del FAP de

20 origen.

Después de separarse de la célula antigua y sincronizarse con la nueva célula, el UE confirma el traspaso (etapa 8). El FAP de destino es ya capaz de enviar los datos del enlace descendente guardados en memoria intermedia al UE y de recibir datos del enlace ascendente desde el mismo que se transferirán a la S-GW a través de la S-GW Intermediaria. Como la MME y la S-GW no son conocedoras del traspaso, la S-GW Intermediaria debe reescribir los paquetes de datos de usuario del enlace ascendente de manera que parezca que todavía tienen que llegar desde el FAP de origen.

25

En la etapa 9, es enviado el mensaje "Notificación de traspaso" por el FAP de destino a la MME y es interceptado por la MME Intermediaria. En este punto es importante de nuevo observar que en las soluciones de la técnica anterior este mensaje sería enviado a y recibido por la MME de la MN (en casos sin gestión de movilidad local) o enviado explícitamente a la MME local (en casos con gestión de movilidad local). Después de esta notificación, la MME Intermediaria intercambia mensajes, tal como se ilustra en la etapa 10, con la S-GW Intermediaria para modificar los portadores y enviar datos del enlace descendente del plano de usuario al FAP de destino y no al FAP

30 por la MME Intermediaria. En este punto es importante de nuevo observar que en las soluciones de la técnica anterior este mensaje sería enviado a y recibido por la MME de la MN (en casos sin gestión de movilidad local) o enviado explícitamente a la MME local (en casos con gestión de movilidad local). Después de esta notificación, la MME Intermediaria intercambia mensajes, tal como se ilustra en la etapa 10, con la S-GW Intermediaria para modificar los portadores y enviar datos del enlace descendente del plano de usuario al FAP de destino y no al FAP

35 de origen.

En este momento, después de cambiar la trayectoria del enlace descendente a una más directa, que va desde el FAP de destino a la S-GW a través de la S-GW Intermediaria (y ya no a través del FAP de origen), se completa el procedimiento de traspaso.

40

En las etapas 11 y 12, la MME Intermediaria intercambia mensajes con el FAP de origen y con la S-GW Intermediaria para liberar los recursos relacionados con UE y el túnel usado para envío de datos indirecto. Debe observarse que desde el punto de vista de la MME y la S-GW, el UE sigue conectado al FAP de origen y la MME Intermediaria y la S-GW Intermediaria siguen traduciendo mensajes de señalización y de datos de forma

45 consiguiente.

La fig. 3 muestra el flujo de mensajes de un traspaso basado en X2 de un UE a un FAP de destino de una CFN. En la realización ilustrada, la MME Intermediaria es la entidad de terminación de la interfaz X2 hacia el eNB (Nodo B evolucionado, *evolved Node B*) de origen y de la interfaz S1 hacia el FAP de destino. Como la MME Intermediaria está conectada a los FAP a través de una interfaz S1, debe traducir mensajes X2AP a mensajes S1AP y a la inversa, garantizando así que las máquinas de estado internas en el FAP de destino y en el eNB de origen permanecen en un estado definido. Así, el traspaso basado en X2 es una combinación de traspaso basado en S1 [2] y traspaso basado en X2 [1].

50

Antes de que se decida el traspaso, los datos de usuario son transmitidos entre el UE y la S-GW a través del eNB de origen. El UE mide regularmente la intensidad de las señales recibidas usando el mensaje de "Control de medida" (etapa 1) y envía el resultado al eNB de origen usando "Informes de medida" (etapa 2). Basándose en estos resultados, se decide un traspaso a un FAP (etapa 3), por ejemplo, porque la intensidad de la señal que recibe el UE desde el eNB de origen disminuyó por debajo de un umbral crítico predefinido.

55



En la etapa 4, el eNB de origen envía un mensaje de "Petición de traspaso" basado en X2AP en la interfaz X2 recién introducida a la MME Intermediaria que pretende ser un eNB regular. La MME Intermediaria traduce a continuación este mensaje a una "Petición de traspaso" basada en S1AP y lo envía al FAP de destino en la interfaz S1.

5

La traducción de mensajes consiste en hacer que un mensaje X2AP se corresponda correctamente con el mensaje S1AP correspondiente y a la inversa. Esto se consigue llenando el mensaje correspondiente con los Elementos de Información (IE, *Information Elements*) requeridos. En la mayoría de los casos, los IE requeridos pueden encontrarse en el mensaje precedente. Sin embargo, si no se encuentra el IE, por ejemplo en el caso de "eNB UE X2AP ID" y "MME UE S1AP ID", la MME Intermediaria puede resolver este problema creando una correspondencia entre los IE e insertando después el IE correcto en el mensaje correcto.

10

En la etapa 5, el FAP de destino realiza el "Control de admisión" según la información QoS de E-RAB recibida. En la etapa 6, el FAP de destino acusa el recibo del traspaso enviando el "Acuse de recibo de petición de traspaso" en la interfaz S1. A continuación este mensaje es traducido al mensaje X2AP correspondiente y enviado en la interfaz X2 al eNB de origen. Estos mensajes deben contener un contenedor transparente de información necesaria para su envío al UE, como un mensaje RRC (Control de Recursos Radioeléctricos, *Radio Resource Control*), para realizar el traspaso (tal como se describe en [1]).

15

En la etapa 7, la MME Intermediaria intercambia mensajes "Crear petición/respuesta de túnel de envío de datos directo" con la S-GW Intermediaria para crear túneles necesarios para enviar directamente algunos datos guardados en memoria intermedia con posterioridad.

Cuando el eNB de origen recibe el acuse de recibo del traspaso, toma la información necesaria del contenedor transparente y realiza las labores necesarias de protección de la integridad y cifrado del mensaje [1] antes de enviarlo al UE. Así se muestra en el mensaje de "Reconfiguración de conexión RRC" o de "Orden de traspaso" en la etapa 8.

25

Tras recibir este mensaje, el UE se separa de la célula antigua e inicia la sincronización con el FAP. El eNB de origen también suministra los paquetes guardados en memoria intermedia y en tránsito al FAP de destino a través de la S-GW Intermediaria.

30

En la etapa 9, se envía el mensaje "Transferencia de estado de SN" desde el eNB de origen a la MME Intermediaria en la interfaz X2. A continuación se traduce al mensaje "transferencia de estado del eNB" y se envía al FAP de destino en la interfaz S1. Estos mensajes se usan para transportar el estado de SN PDCP del enlace ascendente y el enlace descendente de E-RAB para el cual se aplica la conservación de estado PDCP, por ejemplo, con el fin de garantizar el suministro en secuencia de paquetes de datos.

35

El eNB de origen es ya capaz de enviar los datos guardados en memoria intermedia a la S-GW Intermediaria en la interfaz X2. La S-GW Intermediaria envía estos datos al FAP de destino en el que están almacenados en memoria intermedia para su suministro al UE cuando haya terminado con éxito el proceso de sincronización.

40

En las etapas 10/10a, la MME Intermediaria intercambia mensajes "Crear petición/respuesta de sesión" para crear un túnel entre el FAP de destino y la S-GW Intermediaria, con el fin de transportar paquetes de datos después de que se haya completado el traspaso.

45

Después de que la sincronización con la nueva célula sea correcta, el UE envía "Reconfiguración de conexión RRC completa" o "Traspaso completo" (en la etapa 11) junto con un Informe del Estado de la Memoria Intermedia del enlace ascendente al FAP de destino para confirmar que el traspaso se ha completado.

50

En la etapa 12, el FAP de destino envía el mensaje "Notificación de traspaso" a la MME en la interfaz S1, que es interceptado por la MME Intermediaria.

En este momento, los datos pueden transferirse en el enlace ascendente directamente entre el UE y el FAP de destino a la S-GW a través de la S-GW Intermediaria. Para los datos del enlace descendente, se envían todavía a través del eNB de origen a la S-GW Intermediaria hasta el FAP de destino antes de llegar al UE. Debe observarse que los datos guardados en memoria intermedia en el FAP de destino son ahora enviados al UE.

55

Para completar el traspaso, los datos del enlace descendente no deberían pasar a través del eNB de origen. Así, la

MME Intermediaria envía una "Petición de cambio de trayectoria" (etapa 13) en nombre del FAP de destino a la MME para informarle de que el UE ha cambiado de célula.

5 En la etapa 14, la MME envía un mensaje de "Petición de actualización del plano de usuario" a la S-GW para crear un túnel directo entre la S-GW y la S-GW Intermediaria para transportar los datos intercambiados después de que cambia la trayectoria.

10 En la etapa 15, la S-GW cambia la trayectoria del enlace descendente al FAP de destino directamente. También envía uno o varios paquetes de "marcador final" en la trayectoria antigua al eNB de origen antes de liberar recursos hacia el eNB de origen [1].

Entonces se intercambian los datos del enlace ascendente y los del enlace descendente entre la S-GW y el FAP de destino a través de la S-GW Intermediaria sólo y no del eNB de origen.

15 En las etapas 16 y 17, se devuelven "Respuesta de actualización del plano de usuario" y "Respuesta de cambio de trayectoria".

En la etapa 18, la MME Intermediaria envía una "Liberación de contexto del UE" al eNB de origen para liberar todos los recursos relacionados con este UE.

20 Para el experto en la materia a la que pertenece la invención serán evidentes numerosas modificaciones y otras realizaciones de la invención expuestas en la presente memoria descriptiva que se benefician de las enseñanzas presentadas en la descripción precedente y en los dibujos asociados. Por tanto, debe entenderse que la invención no debe limitarse a las realizaciones específicas desveladas y se pretende que esas modificaciones y otras realizaciones estén incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aunque en la presente memoria descriptiva se emplean términos específicos, se usan sólo en un sentido genérico y descriptivo y no con propósitos limitativos.

25

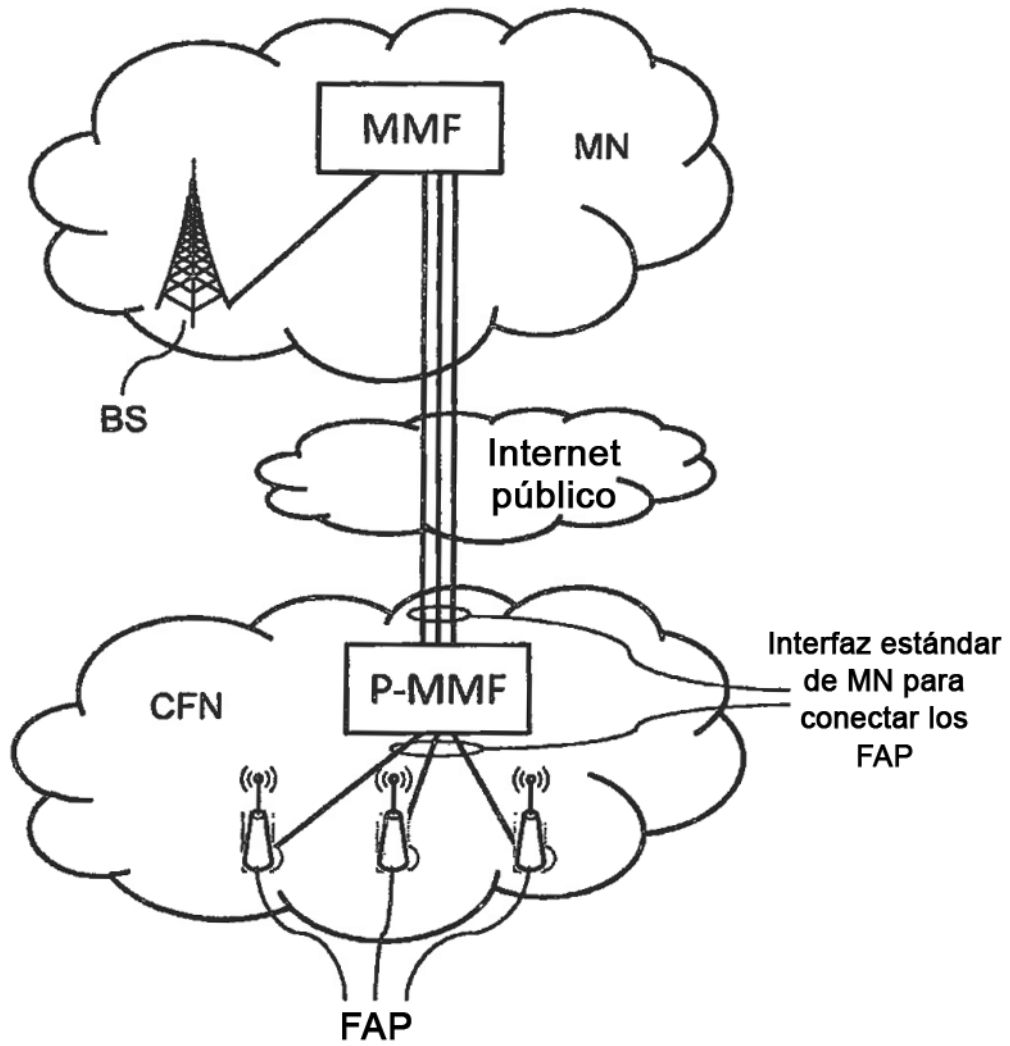
## REIVINDICACIONES

1. Red de femtocélulas agrupadas que incluye una pluralidad de puntos de acceso de femtocélulas que están conectados a través de una interfaz lógica a una red móvil con el fin de proporcionar a los equipos de usuario  
5 acceso radioeléctrico a dicha red móvil, en la que dichos equipos de usuario pueden realizar traspasos entre dichos puntos de acceso de femtocélulas, y en la que dicha red móvil incluye una Función de Gestión de Movilidad (MMF, *Mobility Management Function*),  
caracterizada porque se proporciona una función lógica (Función de Gestión de Movilidad Intermediaria, P-MMF,  
10 *Proxy Mobility Management Function*) que facilita la gestión de movilidad local de dichos equipos de usuario en dicha red de femtocélulas agrupadas, en la que dicha P-MMF oculta dichos traspasos de dicha MMF interceptando e interpretando la señalización relacionada con la movilidad entre dicha MMF y dichos puntos de acceso de femtocélulas de tal manera que emula hacia dichos puntos de acceso de femtocélulas el comportamiento de dicha MMF de la red móvil en el manejo de dichos traspasos y hacia dicha MMF de la red móvil el comportamiento de  
15 dichos puntos de acceso de femtocélulas de tal manera que dicha MMF cree que dichos equipos de usuario permanecen conectados al mismo punto de acceso de femtocélulas.
2. Red según la reivindicación 1, en la que dicha P-MMF está configurada para enviar y/o generar selectivamente mensajes de señalización modificados de forma apropiada hacia dicha MMF de la red móvil.  
20
3. Red según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en la que dicha P-MMF realiza acciones sobre la base de algoritmos propios para optimizar la movilidad dentro de dicha red de femtocélulas agrupadas.
4. Red según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicha P-MMF, en el caso en que un  
25 equipo de usuario se conecta inicialmente a un punto de acceso de femtocélulas dentro de dicha red de femtocélulas agrupadas, está configurada para dejar pasar la señalización relacionada con el traspaso entre dicha MMF y el punto inicial de acceso de femtocélulas sin modificaciones.
5. Red según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que dicha P-MMF, en el caso en que un  
30 equipo de usuario no está conectado al punto inicial de acceso de femtocélulas, modifica los mensajes de señalización de salida a la red móvil sustituyendo dicho punto de acceso de femtocélulas actual del equipo de usuario por dicho punto inicial de acceso de femtocélulas y a la inversa para mensajes de señalización de entrada desde la red móvil.
- 35 6. Red según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que dicha P-MMF, en el caso en que un equipo de usuario no está conectado a su punto inicial de acceso de femtocélulas, realiza una resincronización de dicha información de estado del equipo de usuario con dicha MMF.
7. Red según la reivindicación 6, en la que dicha P-MMF realiza dicha resincronización emulando hacia  
40 dicha MMF un traspaso desde dicho punto de acceso de femtocélulas del equipo de usuario a su punto de acceso de femtocélulas actual.
8. Red según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que dicha P-MMF incluye una función que redirige el tráfico de datos y/o del plano de usuario desde dicha red móvil al punto de acceso de femtocélulas actual  
45 de un equipo de usuario.
9. Red según la reivindicación 8, en la que dicha P-MM incluye adicionalmente una función que reescribe el tráfico de datos y/o del plano de usuario desde el punto de acceso de femtocélulas actual de dicho equipo de usuario a dicha red móvil de manera que parece provenir desde el punto de acceso de femtocélulas del equipo de  
50 usuario.
10. Red según la reivindicación 8 ó 9, en la que dicha P-MMF, para dicha redirección del tráfico de datos, se implementa con una Entidad de Gestión de Movilidad Intermediaria (Proxy MME) que está soportada por una Pasarela de Servicio Intermediaria (S-GW Intermediaria).  
55
11. Red según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en la que dicha P-MMF intercepta el tráfico enviado desde un punto de acceso de femtocélulas de dicha red de femtocélulas agrupadas a otro punto de acceso de femtocélulas de dicha red de femtocélulas agrupadas y localiza el manejo del tráfico.

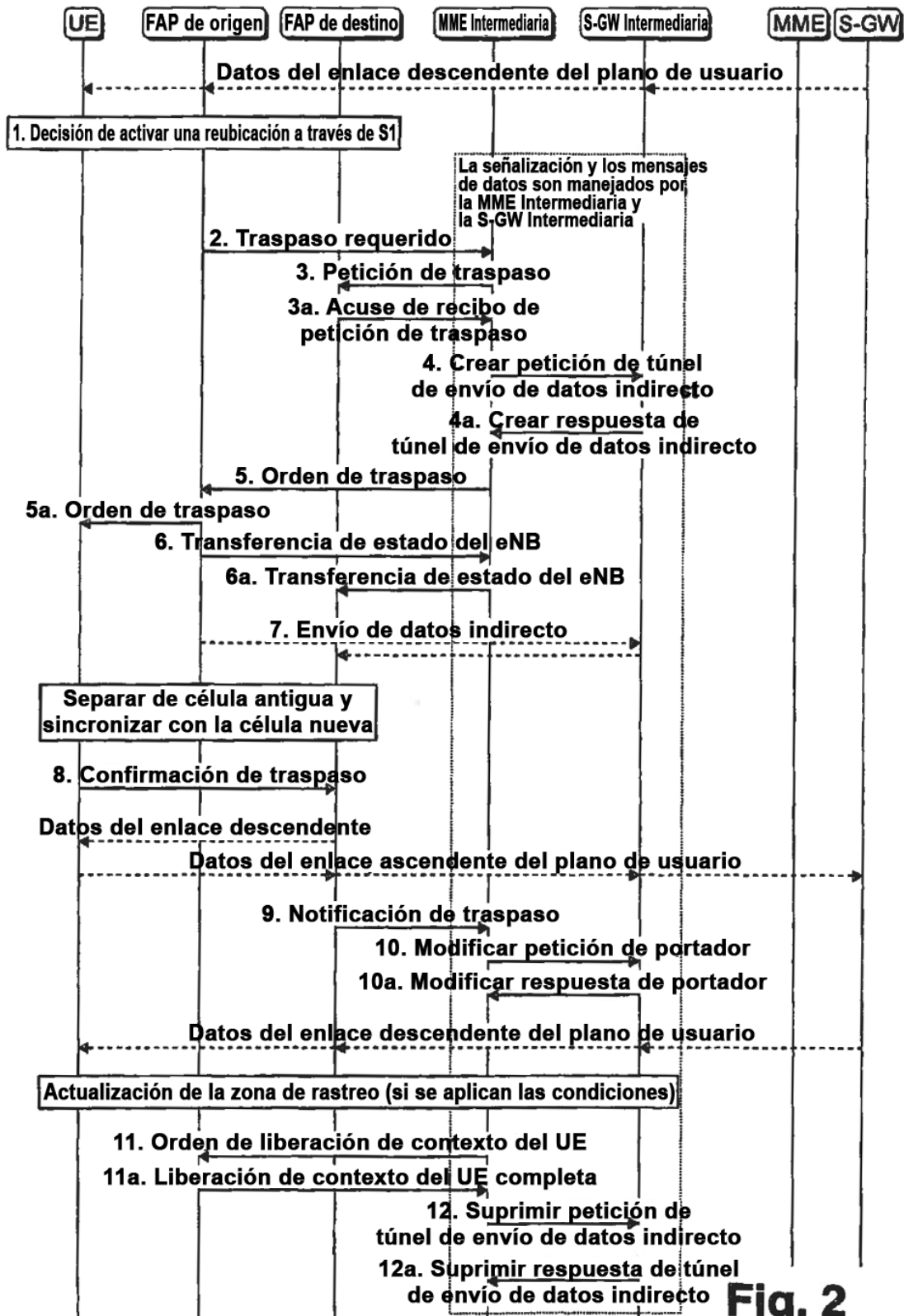
12. Red según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en la que se proporcionan múltiples P-MMF, estando asociada cada P-MMF con una o más MMF dentro de dicha red móvil.

13. Procedimiento para operar una red de femtocélulas agrupadas, en particular una red de femtocélulas agrupadas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en la que dicha red de femtocélulas agrupadas incluye una pluralidad de puntos de acceso de femtocélulas que están conectados a través de una interfaz lógica a una red móvil con el fin de proporcionar a los equipos de usuario acceso radioeléctrico a dicha red móvil, en la que dichos equipos de usuario pueden realizar traspasos entre dichos puntos de acceso de femtocélulas, y en la que dicha red móvil incluye una Función de Gestión de Movilidad (MMF),

10 caracterizado porque se proporciona una función lógica (Función de Gestión de Movilidad Intermediaria P-MMF) que facilita la gestión de movilidad local de dichos equipos de usuario en dicha red de femtocélulas agrupadas, en la que dicha P-MMF oculta dichos traspasos de dicha MMF interceptando e interpretando la señalización relacionada con la movilidad entre dicha MMF y dichos puntos de acceso de femtocélulas de tal manera que emula hacia dichos puntos de acceso de femtocélulas el comportamiento de dicha MMF de la red móvil en el manejo de dichos traspasos y hacia dicha MMF de la red móvil el comportamiento de dichos puntos de acceso de femtocélulas de tal manera que dicha MMF cree que dichos equipos de usuario permanecen conectados al mismo punto de acceso de femtocélulas.



**Fig. 1**



**Fig. 2**

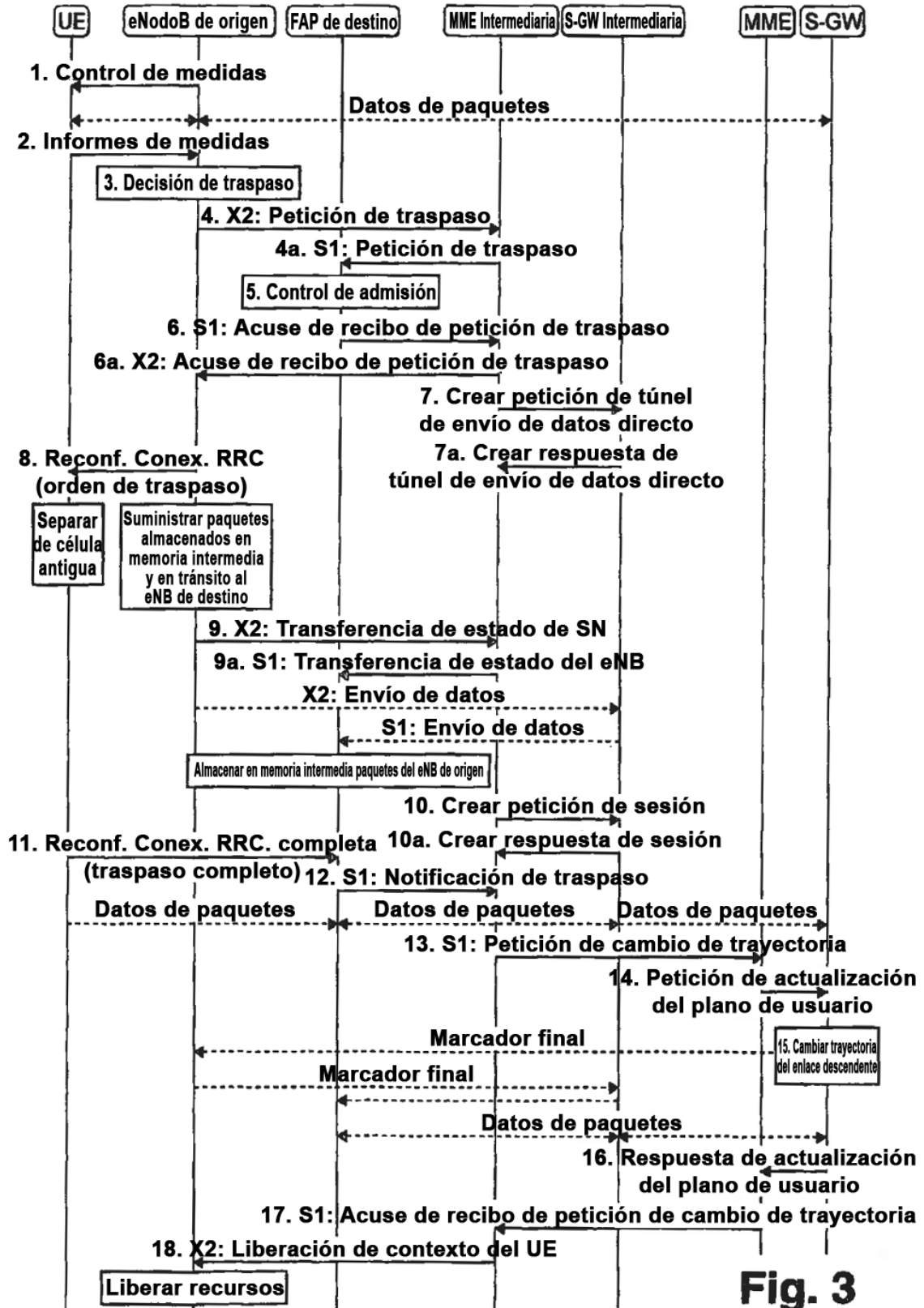


Fig. 3