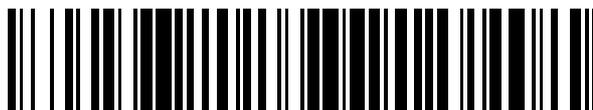


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 991**

51 Int. Cl.:

**H04W 8/30** (2009.01)

**H04W 24/04** (2009.01)

**H04W 68/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2011 E 11724950 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2015 EP 2481228**

54 Título: **Método para manejar el fallo de una MME en un sistema de paquetes evolucionado**

30 Prioridad:

**11.05.2010 EP 10004972**

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

**15.07.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TALEB, TARIK;  
PUNZ, GOTTFRIED y  
SCHMID, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 540 991 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

Método para manejar el fallo de una MME en un sistema de paquetes evolucionado

5 La presente invención se refiere a un método para manejar el fallo de una MME (Entidad de Gestión de Movilidad) en un EPS (Sistema de Paquetes Evolucionado) realizando restauración de MME pro-activa, en el que en una restauración de MME pro-activa, se activa la relocalización y restauración de la MME del estado perdido, tan pronto como se detecta el fallo de la MME, en el que múltiples UE (Equipo de Usuario) están unidos a una primera MME, en el que dicha primera MME almacena primera información de contexto que representa a los UE unidos a dicha primera MME, en el que dichos UE están conectados a uno de múltiples eNB (NodoB evolucionado) mediante un enlace de radio, en el que dichos eNB pueden comunicar con dicha primera MME y con al menos una MME vecina y en el que dichos UE pueden comunicar con dicha primera MME y con dicha al menos una MME vecina mediante dicho eNB.

15 En la norma de comunicación inalámbrica de LTE/EPC del 3GPP, la MME (Entidad de Gestión de Movilidad) es el nodo de control clave para la red de acceso. La MME maneja procedimientos importantes, tales como el rastreo y radiobúsqueda del UE (Equipo de Usuario) en modo de reposo, e interactúa con otras entidades de red principales en otros procedimientos importantes como autenticación de usuario o activación/desactivación de portadora. Una MME puede manejar hasta unos pocos millones de UE al mismo tiempo. En redes de LTE/EPC, hay generalmente dos o más MME.

25 Durante operación normal, cada UE (activo o en modo en reposo) está unido a una MME. Cada MME almacena información de contexto que representa los UE unidos y sus conexiones respectivas. Los UE pueden comunicar con la MME mediante un eNB (eNodoB evolucionado) y viceversa. La comunicación entre un UE y un eNB se realiza generalmente mediante un enlace de radio. Un eNB está conectado a la MME y a otras entidades de red principales mediante un enlace cableado basado en IP (Protocolo de Internet).

Ya que la MME es una entidad de red central, está definido un escenario de manejo de fallo de MME en las normas del 3GPP. Las normas relevantes son:

30 [1] 3GPP TS 24.301 protocolo de Estrato de No Acceso (NAS) para el Sistema de Paquetes Evolucionado (EPS);  
 [2] 3GPP TS 23.402 mejoras de arquitectura para accesos no del 3GPP;  
 [3] 3GPP TS 23.007 Procedimientos de Restauración;  
 [4] 3GPP TS 23.401 mejoras del Servicio General de Paquetes de Radio (GPRS) para el acceso de la Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada (E-UTRAN);  
 35 [5] 3GPP TS 24.302 Acceso al Núcleo de los Paquetes Evolucionado del 3GPP (EPC) mediante redes de acceso no del 3GPP.

40 El escenario de fallo de la MME en los procedimientos definidos en las normas del 3GPP se representa en la Figura 1. El diagrama de la Figura 1 se refiere a normas válidas en la fecha de prioridad de la presente solicitud. La Figura 1 se refiere al ejemplo de una llamada del IMS (Subsistema Multimedia IP) de terminación que llega después de fallo de la MME. En el fallo de la MME, la MME pierde información de contexto de los UE unidos.

45 En la etapa 1, la MME se reinicia después del fallo. Después del reinicio de la MME, la S-GW (Pasarela Servidora) detecta el reinicio de la MME al incrementar el contador de reinicio de la MME en un mensaje de eco de GTP (Protocolo de Tunelización de GPRS) (etapa 2). La S-GW elimina todos los recursos relacionados con los UE anteriormente manejados en esta MME. La eliminación de recursos no se propaga directamente hasta la PDN-GW (Pasarela de red de Datos de Paquetes), es decir, la dirección IP (Protocolo de Internet) asignada y una configuración de túnel S5/S8 (interfaz de la red de LTE/EPC) en la PDN-GW permanece válida.

50 En la etapa 3, la señalización del IMS para el establecimiento de llamada llega a la PDN-GW. Los paquetes de datos (derivados desde la etapa 3) llegan a la S-GW y se descartan, debido a información desconocida, por ejemplo, GTP TEID (Identificador de Punto Final de Túnel) o equivalente (etapa 4). La S-GW envía un mensaje de rechazo a la PDN-GW (etapa 5a) y la PDN-GW, tras recibirlo, elimina todos los recursos vinculados a la dirección IP relevante (etapa 5b). La pérdida de los mensajes de señalización de SIP (Protocolo de Iniciación de Sesión) conduce a una situación de error en el IMS (etapa 6). Realizando estas etapas, se eliminan las configuraciones inválidas y la siguiente llamada de IMS establecerá una nueva conexión.

60 En febrero/marzo del 2011, los procedimientos de restauración se mejoraron con capacidades opcionales. Ahora la S-GW no necesariamente elimina todos los recursos. En una llamada de IMS, se inicia un proceso de reparación interno de red principal.

65 Es una desventaja del manejo de fallo conocida que el procedimiento de restauración tiene un impacto significativo en el retardo de una solicitud de llamada. En la versión anterior de las normas, la primera solicitud de llamada se descartará. La llamada tiene que iniciarse nuevamente que consume tiempo y conduce a una mala experiencia del usuario. En la versión actual de la normal, la solicitud de llamada es generalmente satisfactoria pero puede

retardarse significativamente, ya que tiene que realizarse restauración de información de contexto.

El documento WO 2009/120127 A1 desvela un método y un nodo de red de comunicación en un sistema de red de comunicación. El sistema de red de comunicación comprende varias estaciones base de radio que tienen al menos tres interfaces de comunicación. Una primera interfaz de comunicación se usa para comunicación con al menos una entidad de red de comunicación. Una segunda interfaz de comunicación se usa para comunicación con otra estación base de radio. Una tercera interfaz es una interfaz de radio que posibilita comunicación con un equipo de usuario. Cuando un equipo de usuario se ha de traspasar a una estación base de radio recién detectada se establece antes de la relación entre la estación base de radio detectada y una estación base de radio existente que sirve al equipo de usuario, el mensaje de traspaso se transmite inicialmente a través de la primera interfaz de comunicación. Aunque el documento WO 2009/120127 A1 describe una configuración de red similar como se usa en la presente invención y aunque establece también el objetivo de los UE para recuperarse desde un fallo de la MME, el documento no describe cómo se consigue este objetivo.

El documento EP 1 563 388 A1 desvela un método y un sistema que puede manejar fallo de un SGSN (nodo de soporte de GPRS servidor). Un controlador de red de radio (RNC) está conectado a un primer SGSN y a un segundo SGSN y controla el estado del SGSN así como de los UE y sus SGSN asociados. Si el RNC detecta fallo o congestión del primer SGSN al que está registrado un UE N° 1, el RNC reenvía una señal para el servicio de paquetes conmutados recibidos desde el UE N° 1 al segundo SGSN (en lugar del primer SGSN que debería recibir realmente la señal). Si el segundo SGSN detecta que el UE N° 1 no ha realizado un registro de localización al segundo SGSN, ordena al UE N° 1 realizar un registro de localización o considera la señal como una solicitud de registro de localización. Esto significa que el RNC controla las conexiones y que se inicia un nuevo proceso de registro de localización, cuando se detecta un fallo de SGSN.

El documento en [3] desvela procedimientos de restauración en la MME, así como procedimientos de reinicio basados en GTP-C.

El último documento publicado del 3GPP C4-101742 desvela una solución pro-activa para restauración de MME en la que los eNB realizan radiobúsqueda en masa para restaurar datos de contexto de UE en otras MME alternativas, en lugar de restaurar la MME fallida.

Es por lo tanto un objeto de la presente invención mejorar y desarrollar adicionalmente un método del tipo inicialmente descrito para manejar fallo de la MME en una red LTE/EPC de tal manera que pueda reducirse el impacto en los UE (activos o en el modo en espera).

De acuerdo con la invención, el objeto anteriormente mencionado se consigue mediante un método que comprende las características de la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención se ha reconocido en primer lugar que la principal desventaja de la solución convencional anteriormente mencionada resulta del enfoque reactivo, ya que espera el reinicio de la MME fallida. De acuerdo con la invención se usa un enfoque pro-activo. Tan pronto como se detecta un fallo de la MME, se activa la relocalización y restauración de la MME del estado perdido para evitar interrupción de servicio en una etapa posterior.

La presente invención supone que la red de LTE comprende al menos dos MME. Esto se cumple en la mayoría de redes de LTE, esta suposición no es restricción real. Sin pérdida de generalidad, la MME que falla se denomina posteriormente "primera MME" y una o más MME vecinas sustituirán la primera MME en su fallo. Las MME vecinas son la MME o las MME de la misma área de servicio y/o grupo de servicio. La información de contexto almacenada en la primera MME se denomina posteriormente primera información de contexto. Debería entenderse que la primera MME no es una MME específica en la red de LTE. La "primera MME" puede ser cualquier MME que falle o fallida. Debería entenderse adicionalmente que el fallo puede ser cada estado de "fuera de servicio". Por ejemplo el fallo puede resultar de ruptura de hardware, bloqueos de software o mantenimiento planeado. Son posibles situaciones de fallo adicionales y serán evidentes para el experto en la materia.

De acuerdo con la invención el estado de salud de una MME está monitorizado, directa o indirectamente. Cuando se detecta un fallo de la MME, se activa la recogida de información relacionada con los UE unidos a la primera MME. Esta información puede incluir cada dato que pueda usarse para restauración de la información de contexto de los UE. En una siguiente etapa al menos partes de la primera información de contexto se restauran en una o varias de dichas MME vecinas usando la información recogida. Las conexiones lógicas internas de red con dicha una o varias MME vecinas se re-establecen usando la información de contexto restaurada. Puede tener lugar la relocalización de MME para los UE afectados.

De acuerdo con una realización preferida de la invención la etapa de detectar fallo puede realizarse mediante entidades de red que están implicadas en la trayectoria de comunicación de un UE. Una entidad de red de este tipo puede ser el eNB al que está actualmente vinculado el UE. La entidad de red puede consistir también en la S-GW en la que ejecuta actualmente el UE una comunicación en curso. Sin embargo, también otros eNB y S-GW que están

vinculados de manera comunicativa con una MME pueden monitorizar el estado de la MME. También una MME vecina puede ser una entidad de red que monitoriza el estado de una MME. La mayoría de las redes de LTE/EPC comprenden también un sistema O&M (Operación y Mantenimiento). Este sistema puede ser también una entidad de red de monitorización de acuerdo con esta realización.

5 La detección de fallo puede basarse en realimentaciones desde una entidad de supervisión, basándose en mensajes de confirmación/eco y sus respuestas, basándose en señalización explícita o basándose en los resultados de análisis de entidades de red. Puede usarse una gran diversidad de información que ya existe en la red.

10 De acuerdo con otra realización preferida de la invención la etapa de recoger información incluye enviar un mensaje de señalización adicional a una S-GW (Pasarela Servidora) en la que está actualmente registrado un UE. Este mensaje de señalización adicional puede comprender una solicitud de actualización de contexto de UE o una solicitud de portadora de evaluación de Actualización. Preferentemente, el mensaje de señalización adicional se envía en la parte superior de las interfaces existentes. Esta realización puede usarse en los UE en modo activo, es decir, en UE con comunicación en curso. Las S-GW están controladas mediante una MME. Con el fallo de la MME, la entidad de control se pierde. Sin embargo, la S-GW puede manejar conexiones en curso sin MME. La S-GW almacena información de contexto que puede usarse en una nueva MME. La información recuperada desde la S-GW puede usarse para recuperar información de portadora S1 de UE. Usando esta realización de la invención, puede tener lugar la relocalización de MME sin impactar el plano de usuario.

20 Cuando se usa el mensaje de señalización adicional, pueden transmitirse los mensajes de señalización adicionales para un conjunto de UE en modo activo. El conjunto de UE puede formarse mediante UE con factores comunes, como tener la misma S-GW o experimentar transferencias inminentes. El conjunto de UE puede identificarse mediante un identificador de conjunto, por ejemplo una ID de conjunto de conexión. Preferentemente, el identificador es un identificador único.

30 De acuerdo con otra realización preferida de la invención la etapa de recoger información incluye enviar señalización de radiobúsqueda a los eNB y/o los UE en modo en espera que se ven afectados por el fallo de dicha primera MME. Esta realización puede usarse particularmente en relación con los UE en modo en espera. Puede generarse señalización de radiobúsqueda mediante una MME vecina. La señalización de radiobúsqueda se recibirá mediante los eNB direccionados que pueden reenviar la señalización de radiobúsqueda a los UE que tienen un enlace de radio al eNB. La señalización de radiobúsqueda puede generarse también mediante el propio eNB. La señalización de radiobúsqueda generada mediante un eNB puede transmitirse también a otros eNB que pueden verse afectados por el fallo de la MME.

35 Preferentemente la señalización de radiobúsqueda incluye información en relación con la primera MME fallida. Usando esta información, un UE o un eNB puede evaluar si un UE se ve afectado por el fallo de la MME.

40 Ventajosamente, la señalización de radiobúsqueda comprende señalización de radiobúsqueda en masa, es decir, señalización de radiobúsqueda que se dirige a múltiples UE y/o múltiples eNB. Usar radiobúsqueda en masa reduce el tráfico significativamente, ya que no tiene que direccionarse cada único UE y/o eNB por separado mediante la señalización de radiobúsqueda.

45 La radiobúsqueda puede iniciarse mediante una de las MME vecinas o mediante el eNB que detecta el fallo de dicha primera MME. Si una MME vecina envía señalización de radiobúsqueda, puede notificar a otras MME vecinas del evento para evitar radiobúsqueda duplicada. Si aparece radiobúsqueda duplicada, el UE o el eNB pueden manejar la primera señalización de radiobúsqueda y pueden descartar los duplicados. Además un filtro puede eliminar radiobúsqueda duplicada.

50 Para evitar sobrecarga del sistema, la señalización y/o respuestas de radiobúsqueda a dicha señalización de radiobúsqueda pueden extenderse a través del tiempo y/o pueden realizarse por grupos específicos de UE y/o eNB. Esto puede incluir que la señalización de radiobúsqueda se envíe únicamente a los eNB en una cierta área (por ejemplo, un área de rastreo) o que se traten UE con una cierta métrica de prioridad. Son posibles maneras adicionales de agrupamiento. Como alternativa o adicionalmente, la señalización de radiobúsqueda o la respuesta a la radiobúsqueda puede enviarse con un cierto retardo. Este retardo puede aleatorizarse.

60 Para reducir adicionalmente tráfico de red resultante de restauración, pueden agregarse las respuestas de los UE únicos a la señalización de radiobúsqueda mediante los eNB y pueden enviarse como respuestas agregadas a las respectivas MME. Pueden agregarse las respuestas desde diferentes UE que comprenden uno o más criterios de agregación y que se reciben en un límite de tiempo predefinido. Ejemplos de criterios de agregación adecuados pueden ser una nueva MME común o mismos servicios. La agregación combinará varias respuestas a una respuesta que contiene la información de las únicas respuestas. Con agregación de las respuestas, el número de respuestas que tiene que transmitirse puede reducirse considerablemente.

65 Adicionalmente o como alternativa las respuestas recibidas desde los eNB en una MME pueden agregarse y pueden enviarse como respuesta agregada al HSS (Servidor de Abonado Doméstico). Esto puede reducir incluso más el

número de respuestas. La agregación en la MME puede agregar respuestas “normales” y/o respuestas agregadas.

Después de la etapa de re-establecer conexiones internas de red, un UE puede re-incorporarse a una de las MME vecinas de acuerdo con las conexiones lógicas re-establecidas. La re-incorporación de dicho UE puede activarse mediante la señalización de radiobúsqueda recibida desde el eNB. Por esta razón, puede añadirse una bandera de re-incorporación especial a la señalización de radiobúsqueda. Sin embargo, la re-incorporación de un UE puede iniciarse también mediante un mensaje de solicitud de servicio desde el UE. Esta solicitud de servicio fallará y dará como resultado una TAU (Actualización de Área de Rastreo). Esta manera indirecta de re-incorporación usa métodos que son comúnmente usados en redes LTE/EPC. Ya que las conexiones internas de red principal ya están establecidas, esta re-incorporación en su lugar puede realizarse rápidamente.

En relación con el método de acuerdo con la invención, puede ejecutarse un esquema de balanceo de carga. Esto puede evitar sobrecarga de la red o partes de la red. El esquema de balanceo de carga puede realizarse particularmente al seleccionar, una nueva MME que maneja los UE afectados por el fallo de la MME.

En resumen, el método de acuerdo con la invención re-establece de manera proactiva conexiones que estaban presentes antes de la MME fallida. La duración del fallo no tiene impacto en el método. Tan pronto como se detecta el fallo, se inicia la restauración y relocalización. En la selección de la MME para los UE afectados por la MME fallida, puede ejecutarse la operación de balanceo de carga para redistribuir y re-incorporar los UE afectados basándose en la carga en las MME respectivas.

Para mejor entendimiento de la invención se proporcionan algunas características clave con respecto a una realización preferida:

1. Se proporciona una solución para garantizar continuidad de servicio en redes 3GPP (EPS, redes de LTE/EPC, etc.) en caso de fallo de la MME a través de mecanismos de adaptables pro-activos a través de nodos en el acceso de radio y redes principales.
2. La detección del fallo de la MME se realiza mediante O&M, usando los eNB S1-MME, usando las MME vecinas S10, o usando directamente las S-GW S11.
3. Se activa un conjunto de eNB para realizar radiobúsqueda en masa de UE en modo en espera afectados por un fallo de la MME. La información de la MME fallida se usa como identificador en el mensaje de radiobúsqueda e información relevante para evitación de sobrecarga (por ejemplo, datos de aleatorización).
4. Un conjunto de MME activan radiobúsqueda en masa de los UE en modo en espera afectados por un fallo de la MME, que indican la MME fallida y proporcionan indicadores para evitación de sobrecarga.
5. Una MME que detecta en primer lugar el fallo de su vecina empieza inmediatamente la radiobúsqueda en masa y notifica a las MME vecinas (por ejemplo, todas las MME del mismo área / grupo de servicio) del evento para evitar radiobúsqueda duplicada.
6. Tras detectar el fallo de una MME, O&M notifica a las MME vecinas e indica a cada MME qué TA (Área de Rastreo) y/o qué grupo de UE realizar radiobúsqueda, para evitar también radiobúsqueda duplicada.
7. Los eNB filtran todos los mensajes de radiobúsqueda duplicados para el mismo UE.
8. La sobrecarga de las MME/eNB particulares se evita mediante radiobúsqueda planificada de los UE y/o respuestas planificadas desde los UE basándose en aleatorización a través de un intervalo de tiempo definido.
9. La sobrecarga de las MME/eNB particulares se evita mediante radiobúsqueda priorizada de los UE y/o respuestas desde los UE basándose en diferentes métricas (por ejemplo, clase de acceso, suscripción, ID únicas de los UE).
10. Los eNB retrasan las Solicitudes de TAU y/o las MME retrasan las Solicitudes de Localización de Actualización y/o Solicitudes de Servicio de Creación/Actualización para agregar estas solicitudes y minimizar la carga de señalización en las interfaces de red/relevantes y la carga de procesamiento en el extremo de recepción (es decir la MME para las Solicitudes de TAU, el HSS para las Solicitudes de Localización de Actualización y las S/P-GW para las Solicitudes de Servicio de Creación/Actualización).
11. Después de un fallo de la MME y por cada UE en modo activo afectado, los eNB activan una MME seleccionada para recuperar información de portadora de S1 de los UE (desde las S-GW y otros elementos de red) usando mensajes de señalización adicionales (por ejemplo, solicitud de actualización de contexto de UE, solicitud de portadora de acceso de Actualización) en la parte superior de las interfaces existentes. La relocalización de la MME tiene lugar en este punto sin impactar el plano de usuario.
12. Recuperar la información de portadora de S1 de los UE puede hacerse para un conjunto de UE en modo activo con factores comunes (por ejemplo, que tienen la misma S-GW o para experimentar transferencias inminentes) e identificarse mediante un identificador único (por ejemplo, ID de conjunto de conexión)

El concepto clave detrás de las soluciones concebidas de acuerdo con la presente invención es activar de manera proactiva la relocalización y restauración de la MME de estado perdido para evitar interrupción de servicio en una etapa posterior. En particular, la innovación comprende los siguientes casos:

- *Para UE en modo en espera:* activar todos los UE en modo en espera afectados a través de “radiobúsqueda en masa panificada” para re-incorporar a la red.

- *Para UE en modo activo:* permitir que se continúen comunicaciones en curso y activar los UE de una manera planificada (por ejemplo, en primer lugar los UE de alta prioridad) para realizar una Actualización de Área de Rastreo.

5 Ambos mecanismos conducen a la selección de una nueva MME para el UE y a restauración de su contexto de una manera pro-activa.

Se considera también un número de mecanismos de soporte. Estos mecanismos están relacionados con:

- 10
- i) Detección de fallo de la MME
  - ii) Radiobúsqueda en masa de todos los UE afectados en modo en espera
    - a. radiobúsqueda iniciada por MME (en S1AP (interfaz S1, Parte de Aplicación) y RRC (Control de Recursos de Radio))
    - 15 b. radiobúsqueda iniciada por eNB (en RRC, usando canales PCCH (Canal de Control de Radiobúsqueda) o canales BCCH (Canal de Difusión))
  - iii) Evitación de sobrecarga
    - a. planificar radiobúsqueda y respuestas en las MME, eNB, UE o en una combinación de los tres para hacer frente a las capacidades limitadas de las MME (por ejemplo, máximo número de solicitudes de TAU a procesarse por segundo)
    - 20 b. Procedimiento de Actualización de TA en lote
  - iv) restauración de MME iniciada por eNB para los UE afectados en modo activo.

El esquema de solución propuesto está caracterizado por estas características:

- 25
1. Restauración de MME temprana y por lo tanto pro-activa (es decir, soporte de iniciación de servicio inmediata, no necesidad de esperar hasta el reinicio de la MME fallida ni para la siguiente acción de UE activado);
  2. Radiobúsqueda en masa de todos los UE afectados en la interfaz de radio y/o interfaz S1-AP (basándose en la información de la MME como identificador en el mensaje de radiobúsqueda) mientras tiene en cuenta el balanceo de carga y evitación de sobrecarga;
  - 30 3. Mantenimiento de conexiones en curso para los UE conectados de ECM incluso después de fallo de la MME correspondiente (es decir, no interrupción de servicio).

Puede conseguirse detección de fallo de una MME

- 35
- Mediante una intervención/notificación explícita desde O&M
    - O&M detecta fallo i) basándose en realimentación desde demonios de SW de supervisión en las MME, ii) basándose en mensajes y respuestas de confirmación/eco periódicos, iii) habiendo enviado inmediatamente la MME una alarma a O&M justo antes de que se averíe – muy posible en caso de fallo parcial, o iv) analizando información relacionada (por ejemplo, apariciones de traspasos) desde otros elementos de red tales como eNB, S-GW, P-GW, etc.
  - usando directamente los eNB S1-MME (es decir, usando mensajes de confirmación del protocolo SCTP como en el RFC 4960),
  - usando directamente mediante las MME vecinas medios del protocolo S10 (por ejemplo, usando mensajes de eco de GTP-C, o habiendo enviado inmediatamente la MME una alarma a una o más MME vecinas justo antes de que se averíe. Lo último informa a las otras MME, etc.), o
  - 45 • usando directamente las S-GW medios de protocolo S11 (por ejemplo, usando mensajes de eco de GTP-C, que proporcionan información relacionada a O&M para análisis).

50 El esquema de solución propuesto está caracterizado por estas características:

1. Restauración de MME temprana y por lo tanto pro-activa (es decir, soporte de iniciación de servicio inmediata, no necesidad de esperar hasta el reinicio de la MME fallida ni para la siguiente acción de UE activado);
- 55 2. Radiobúsqueda en masa de todos los UE afectados en la interfaz de radio y/o interfaz S1-AP (basándose en la información de la MME como identificador en el mensaje de radiobúsqueda) mientras tiene en cuenta el balanceo de carga y evitación de sobrecarga;
3. Mantenimiento de conexiones en curso para UE conectados de ECM incluso después de fallo de la MME correspondiente (es decir, no interrupción de servicio).

60 El método de acuerdo con la presente invención presenta una solución proactiva para tratar con la restauración de MME. Por ejemplo, los métodos propuestos pueden integrarse en eNB, MME, O&M, UE.

65 Existen varias maneras de cómo diseñar y desarrollar adicionalmente la enseñanza de la presente invención de una manera ventajosa. Para este fin se ha de hacer referencia a las reivindicaciones de patente subordinadas a la reivindicación de patente 1 por un lado y a la siguiente explicación de realizaciones preferidas de la invención a

modo de ejemplo, ilustradas mediante la figura por otro lado. En relación con la explicación de las realizaciones preferidas de la invención mediante la ayuda de la figura, se explicarán realizaciones generalmente preferidas y desarrollos adicionales de la enseñanza. En los dibujos:

- 5 La Figura 1 es un diagrama que ilustra el escenario de fallo de la MME como se conoce en la técnica (definido en las normas del 3GPP),
- La Figura 2 es un diagrama que ilustra una primera realización de la invención usando radiobúsqueda iniciada por el eNB,
- 10 La Figura 3 es un diagrama que ilustra una segunda realización de la invención usando radiobúsqueda iniciada por la MME,
- La Figura 4 es un diagrama de flujo de señal que ilustra la señalización en modo en espera para re-distribuir los UE a MME operativas después de fallo de la MME, y
- 15 La Figura 5 es un diagrama de flujo de señal que ilustra una tercera realización de la invención con restauración de MME iniciada por eNB para los UE que se ven afectados por fallo de la MME y que están en modo conectado.

20 La Figura 2 muestra una primera realización de la invención con radiobúsqueda iniciada por eNB (en canales de radio L2) para UE afectados en modo en espera. El procedimiento propuesto está basado en una mejora en el procedimiento de radiobúsqueda que posibilita realizar radiobúsqueda de todos los UE que se han servido mediante una MME particular (es decir la radiobúsqueda “en masa” está caracterizada por el uso de información de MME – que es la parte destacada de GUTI – como identificador).

Las etapas en detalle son:

- 30 1. MME 1 ha fallado;
2. Todos los eNB con conexión S1-MME a la MME 1 detectan el fallo;
3. Todos los eNB que detectan el fallo de la MME inician radiobúsqueda en masa de todos los UE en modo en espera que están servidos mediante la MME que falla, con identidad de la MME fallida y algunos indicadores para evitación de sobrecarga (por ejemplo, intervalo de tiempo de aleatorización)
- 35 4. Durante la re-incorporación los eNB re-distribuyen los UE en las MME restantes en la operación.

El procedimiento de solicitud de servicio iniciado mediante el UE como respuesta a la radiobúsqueda conducirá indirectamente a una re-incorporación, en la siguiente secuencia:

- 40 1. El UE envía el mensaje de SOLICITUD de SERVICIO (SERVICE REQUEST) al eNB;
2. Debido al fallo de la MME originalmente asignada, el eNB necesita re-distribuir el UE a otra MME liberando la conexión de RRC, usando la causa “TAU de Balanceo de carga Requerida” (“loadBalancingTAURequired”);
3. El UE re-establecerá la conexión de RRC y realizará posteriormente una TAU;
- 45 4. La MME (nueva) responderá con la causa N° 9 (“Identidad del UE no puede obtenerse”) (“UE identity cannot be derived”); esto conduce al UE en DAR DE BAJA-EMM (EMM-DEREGISTERED), desde donde puede re-incorporarse.

Un mecanismo de este tipo en principio activaría muchos UE a re-incorporarse al mismo tiempo, pero los intentos de re-incorporación deberían extenderse a través del tiempo para evitar sobrecarga en las MME recién seleccionadas; esto puede conseguirse mediante diferentes mecanismos explicados en la sección “Evitación de Sobrecarga”.

50 Como alternativa al procedimiento basado en Solicitud de Servicio anteriormente mencionado, el UE puede también re-incorporarse a la red después de recibir un mensaje de radiobúsqueda como resultado de un fallo de la MME (es decir, indicado mediante una bandera en el mensaje de radiobúsqueda) y que sigue el procedimiento de unión como se describe en el apartado 5.3.2 de [4].

55 La Figura 3 se refiere a una segunda realización de la invención con radiobúsqueda iniciada por MME (en la interfaz S1-AP) para UE afectados en el modo en espera. En esta realización, se detecta el fallo de la MME mediante las MME vecinas y se inicia la radiobúsqueda de los UE mediante las MME que están en la vecindad de las MME afectadas – por ejemplo otra MME en la misma área de servicio (“grupo”). En este punto, una MME A se dice que es una vecina de la MME B si ambas MME tienen al menos un Área de Rastreo común. Como se representa esquemáticamente en la Figura 3, las etapas de esta solución son como sigue:

- 60 1. MME 1 ha fallado;
2. Una o más MME o S-GW vecinas detectan el fallo (por ejemplo, basándose en mensajes de eco de GTP);
- 65 3. Las MME vecinas que detectan el fallo de la MME inician radiobúsqueda en masa en S1-AP (tratando los UE en modo en espera), con identidad de la MME fallida y algunos indicadores para evitación de sobrecarga (por

ejemplo, intervalo de tiempo de aleatorización), para activar los UE correspondientes a re-incorporarse a la red (por ejemplo, indicando "balanceo de carga de TAU requerido" como en el apartado 5.3.5 de 23.401);

4. Los UE se re-incorporan a la red.

5 En esta solución, deberá minimizarse la radiobúsqueda duplicada, si no se evita por completo. Esto puede conseguirse mediante diferentes métodos: 1.) En caso de que una MME vecina detecte el fallo de la MME, inicia inmediatamente la radiobúsqueda y notifica a sus MME vecinas que ya ha realizado radiobúsqueda a los UE de interés y no hay necesidad de hacerlo desde su lado. Este mecanismo supone que las MME tienen conocimiento anterior sobre el grupo de las MME que pueden cubrir una MME que falla. 2.) En caso de que O&M detecte el fallo de la MME y notifique a las MME vecinas, O&M puede indicar explícitamente a cada MME qué Área de Rastreo debería realizar radiobúsqueda. 3.) Los eNB filtran mensajes de radiobúsqueda duplicados (derivados desde diferentes MME) a un único UE.

15 En caso de una recepción inevitable de radiobúsqueda duplicada, un UE simplemente considera el primer mensaje de radiobúsqueda y descarta los siguientes.

20 Por motivos de balanceo de carga, los eNB de interés ejecutan un esquema de Balanceo de Carga de MME (excluyendo la MME fallida) para asegurar que no todos los UE se conectarían a la misma MME (por ejemplo, siguiendo el apartado 4.3.7.3 de 23.401).

Por motivos de evitación de sobrecarga además del esquema de balanceo de carga relacionado con MME (excluyendo la MME fallida) mediante los eNB, proponemos los siguientes mecanismos que deberán contribuir a la evitación de sobrecarga en general (es decir también en los eNB):

25 Puede realizarse radiobúsqueda en masa en las MME o los eNB por grupos específicos de UE, basándose en ciertas métricas de prioridad (por ejemplo, clase de acceso), o de una manera aleatorizada usando un tiempo de aleatorización predefinido.

30 Las respuestas desde los UE pueden llevarse a cabo de una manera aleatorizada y a través de un intervalo de tiempo que sigue a una función de troceo que toma los identificadores únicos de los UE (por ejemplo, IMSI, S-TMSI, etc.), información de suscripción disponible en el UE, etc.) como valores de entrada (basándose en la nueva funcionalidad del UE).

35 Los dos mecanismos anteriormente mencionados pueden llevarse a cabo conjuntamente.

40 La Figura 4 se refiere a señalización en modo en espera para re-distribuir los UE a las MME operativas después del fallo de la MME. Dadas las restricciones en el máximo número de Actualizaciones de Área de Rastreo que una MME puede manejar por segundo, proponemos que en el caso de restauración de la MME, el eNB pueda retrasar también las Solicitudes de TAU y/o la MME retrase las solicitudes de TAU y solicitudes de actualización de localización hacia el HSS para agregar varias actualizaciones de localización hacia el HSS y/o solicitudes de Servicio de Creación/Actualización a las S/P-GW (véase la Figura 4. Por ejemplo, la MME espera durante un tiempo de espera predefinido o hasta que llegue un número de solicitudes de TAU (o ambos) para continuar con unas Actualizaciones de Localización en masa hacia el HSS. Normalmente, para una solicitud de TAU, un UE establece un tiempo de espera (es decir, 15 s como en [5]) dentro del que el mensaje de aceptación de TAU debería recibirse. Mientras 15 s es suficientemente largo, si se requiriera, este tiempo de espera podría aumentarse en caso de que TAU siguiera eventos específicos tales como fallo de la MME.

50 A continuación, se usan mensajes de Solicitud de Localización de Actualización como un ejemplo para explicar la ganancia que la red pueda hacer del manejo de señalización en masa anteriormente mencionado. Como se define en TS 29.272, sección 5.2.1.1, estos son los elementos de información relevante en el mensaje de solicitud de Localización de Actualización (M...Obligatorio, O...Opcional, C...Condicional):

55 IMSI (M),  
 Características Soportadas (O),  
 Información de Terminal (O),  
 Banderas de ULR (M),  
 Id M de PLMN Visitada (M),  
 Tipo de RAT (M),

60 Únicamente se diferenciará la Información de IMSI y de Terminal entre las muchas solicitudes a manejar; esto significa que los contenidos de mensaje pueden compactarse considerablemente. Además, se reduce también a un mínimo el esfuerzo de analizar los parámetros de muchos mensajes, que deberá reducir en un gran factor el tiempo gastado para restauración.

65 La Figura 5 se refiere a una tercera realización de la invención con restauración de la MME iniciada por el eNB para los UE que se ven afectados por el fallo de la MME y que están en un modo conectado. En relación con los UE en

modo Conectado y que se ven afectados por un fallo de la MME, el objetivo es obtener su información contextual (anteriormente disponible en la MME fallida) que está distribuida a través de diferentes entidades de red (por ejemplo, S-GW, P-GW, eNB, etc.) sin impactar en las sesiones en curso de los UE. El estado de la solución de la técnica es duplicar/reflejar toda la información en implementaciones de las MME de nodos/bases de datos altamente resistentes. Por lo que siempre que una MME falle, puede recuperarse la información contextual del UE instantáneamente a partir de estos espejos. Sin embargo, esto tiene altos costes. Adicionalmente, para servir para grandes desastres (por ejemplo, terremotos), esta solución tendría que mejorarse adicionalmente con la distribución geográfica. En contraste, la solución descrita en este punto está basada en el comportamiento más inteligente, cooperativo, de elementos de red, que permite una implementación de la MME más simple y por lo tanto más barata.

En particular, una MME recién seleccionada (después del fallo de la MME servidora) recuperará la información de estado para el eNB (etapa 1) y la GW Servidora (etapa 3). La información de estado recuperada por la nueva MME desde la GW Servidora (en la etapa 3) incluye información por portadora de UE tal como:

- IMSI;
- Identidad de ME;
- MSISDN;
- TEID de S-GW para S11 /S4 (plano de control);
- dirección IP de S-GW para S11/S4 (plano de control);
- Última Id de Celda conocida;
- Última edad de Id de Celda conocida;
- APN en Uso;
- Características de Facturación de EPS PDN;
- Dirección de P-GW en Uso (plano de control);
- TEID de P-GW para S5/S8 (plano de control);
- Dirección de P-GW en Uso (plano de usuario);
- Clave GRE de P-GW para tráfico de enlace ascendente (plano de usuario);
- Dirección IP de S-GW para S5/S8 (plano de control);
- TEID de S-GW para S5/S8 (plano de control);
- Dirección de S-GW en Uso (plano de usuario);
- Clave GRE de S-GW para tráfico de enlace descendente (plano de usuario);
- Portadora por Defecto;
- TFT;
- Dirección IP de S-GW IP para S1-u, S12 y S4 (plano de usuario);
- TEID de S-GW para S1-u, S12 y S4 (plano de usuario);
- Dirección IP de eNodoB para S1-u;
- TEID de eNodoB para S1-u;
- Dirección IP de RNC para S12;
- TEID de RNC para S12;
- Dirección IP de SGSN para S4 (plano de usuario);
- TEID de SGSN para S4 (plano de usuario);
- QoS de Portadora de EPS;
- Id de Facturación.

La información de estado recuperada mediante la nueva MME desde el eNB (en la etapa 1) incluye por UE:

- Red Seleccionada;
- Información de Portadoras de EPS (TEID y dirección del eNodoB);
- AMBR.

Puesto que por cada información de portadora de UE y EPS debe intercambiarse para muchos UE, el intercambio de información entre eNB / S-GW y MME (etapas 1-4) puede conseguirse también por medio de señalización en masa (es decir puede agregarse cada información de portadora de UE y EPS en un único intercambio de señalización).

El diagrama de flujo de la solución propuesta se muestra en la Figura 5. El mecanismo se aplica mediante cada eNB que está en un área de rastreo que se sirvió mediante la MME fallida. Se refiere únicamente a los UE en modo conectado que se han registrado con la MME fallida. Obsérvese que un eNB puede clasificar fácilmente estos UE. Las etapas de esta solución son como sigue:

0. El eNB detecta fallo de la MME y selecciona una nueva de las MME restantes en operación. Se tiene en cuenta el balanceo de carga en la selección de una nueva MME. La selección de la MME puede hacerse para un UE activo individual o para un conjunto de UE activos con factores comunes (por ejemplo, teniendo asignada la misma S-GW, aquellos que experimentan transferencias inminentes) y se definen mediante un único identificador (por ejemplo, una ID de Conjunto de Conexión de acuerdo con [3]) asignado localmente. La priorización entre los UE o los conjuntos de UE formados puede preverse, es decir, de manera intuitiva los

UE con transferencias inminentes deberían priorizarse sobre otros UE.

- 5 1. El eNB envía información de portadora de S1 de los UE a la MME seleccionada que solicita una actualización de contexto de UE. Alguno del contexto proporcionado podría ser el IMSI del UE, S-GW correspondiente, Razón para la Actualización (es decir, fallo de la MME X), etc. Puede realizarse también unas solicitudes de actualización en masa para cada conjunto de UE formado (como se ha mencionado en la etapa anterior).
2. La MME a continuación envía una solicitud de Portadoras de Acceso de Actualización a la S-GW correspondiente que solicita la información de portadora de S1 del UE. La MME, a su vez, puede agrupar también los UE en diferentes grupos, identificados de manera única y localmente, y enviar unas solicitudes de portadora de actualización en masa para cada grupo formado de UE.
- 10 3. En respuesta, la S-GW envía una Respuesta de Portadora de Acceso de Actualización. En este punto, puede incluirse también la información sobre la P-GW correspondiente.
4. Como confirmación, la MME recién seleccionada responde con una respuesta de actualización de contexto de UE de S1 al eNB.
- 15 5. Cuando el UE detecta fallo de la MME (por ejemplo, basándose en el mensaje de error que sigue un intento para iniciar una nueva conexión de PDN usando GUTI antigua) o se activa para realizar TAU (por ejemplo, mediante el eNB mediante un mensaje de señalización de conexión de RRC), envía una actualización de área de rastreo. La relocalización de la MME tendrá a continuación lugar sin impactar el plano de usuario.

20 Debería indicarse que mientras que en el flujo anteriormente descrito, la solicitud TAU se maneja para cada UE individual en modo conectado, podría aplicarse el mismo manejo de señalización en masa descrito en la Figura 4.

25 Muchas modificaciones y otras realizaciones de la invención expuestas en el presente documento se le ocurrirán al experto en la materia a la que pertenece la invención que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en la anterior descripción y los dibujos asociados. Por lo tanto, se ha de entender que la invención no ha de limitarse a las realizaciones específicas desveladas y que pretenden incluirse esas modificaciones y otras realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aunque se emplean términos específicos en el presente documento, se usan en un sentido genérico y descriptivo únicamente y no para fines de limitación.

## REIVINDICACIONES

1. Método para manejar el fallo de una MME – Entidad de Gestión de Movilidad – en un EPS – Sistema de Paquetes Evolucionado – realizando restauración de la MME pro-activa, en el que en la restauración de la MME pro-activa, se activa la relocalización y restauración de la MME del estado perdido, tan pronto como se detecta el fallo de dicha MME,
- 5 en el que múltiples UE – Equipo de Usuario – están unidos a una primera MME,  
 en el que dicha primera MME almacena primera información de contexto que representa los UE unidos a dicha primera MME,
- 10 en el que dichos UE están conectados a uno de múltiples eNB – NodoB evolucionado, en el que dicho eNB puede comunicar con dicha primera MME y con al menos dos MME vecinas, y en el que dichos UE pueden comunicar con dicha primera MME y con dichas al menos dos MME vecinas mediante dicho eNB, caracterizado por las etapas de
- 15 detectar fallo de dicha primera MME,  
 enviar señalización de radiobúsqueda en masa a los UE en modo en espera que se ven afectados por el fallo de dicha primera MME, recogiendo por lo tanto información acerca de dichos UE en modo en espera, en el que dicha señalización de radiobúsqueda en masa se refiere a señalización de radiobúsqueda que se dirige a múltiples UE en modo en espera, en el que se usa la información de MME fallida como identificador en el mensaje de radiobúsqueda, en el que la etapa de enviar radiobúsqueda en masa se activa por la detección de dicho fallo,
- 20 restaurar al menos partes de dicha primera información de contexto en una o varias de dichas MME vecinas usando la información recogida, y  
 re-establecer conexiones lógicas internas de red con dicha una o varias de dichas MME vecinas usando la primera información de contexto restaurada,
- 25 en el que se inicia la radiobúsqueda en masa mediante una de las MME vecinas que detecta el fallo de la primera MME o mediante el eNB que detecta fallo de dicha primera MME y  
 en el que una MME vecina que envía señalización de radiobúsqueda en masa puede notificar a otras MME vecinas del fallo detectado para evitar radiobúsqueda duplicada.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de detectar fallo se realiza mediante un eNB, mediante una de dicha MME vecina usando S10, mediante una S-GW – Pasarela Servidora – o mediante un sistema O&M – sistema de Operación y Mantenimiento.
- 30 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa de detectar fallo está basada en realimentaciones desde una entidad de supervisión, basándose en mensajes de confirmación/eco periódicos y sus respuestas, basándose en señalización explícita o basándose en los resultados de análisis de entidades de red.
- 35 4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende adicionalmente enviar un mensaje de señalización adicional a una S-GW – Pasarela Servidora – en la que un UE está actualmente registrado, en el que dicho mensaje de señalización adicional comprende preferentemente una solicitud de actualización de contexto de UE o una solicitud de portadora de evaluación de Actualización.
- 40 5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dichos mensajes de señalización adicional se transmiten para un conjunto de UE en modo activo, en el que los UE en un conjunto de UE comprenden factores comunes, es decir que tienen la misma S-GW o experimentan transferencias inminentes, y en el que los UE en un conjunto de UE se identifican preferentemente mediante un identificador de conjunto.
- 45 6. Método de acuerdo con la reivindicación 2 y 5, en el que dicha O&M notifica a las MME vecinas e indica a cada MME qué área de rastreo y/o qué grupo de UE realizar radiobúsqueda para evitar radiobúsqueda duplicada.
- 50 7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la señalización y/o respuestas de radiobúsqueda a dicha señalización de radiobúsqueda se extienden a través del tiempo y/o se realizan por grupos específicos de UE y/o eNB.
- 55 8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que las respuestas de los UE únicos a dicha señalización de radiobúsqueda se agregan mediante los eNB y se envían como respuestas agregadas a las MME respectivas.
- 60 9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que las respuestas recibidas desde los eNB en una MME se agregan y se envían como respuesta agregada al HSS (Servidor de Abonado Doméstico).
- 65 10. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que después de dicha etapa de re-establecer conexiones internas de red, un UE se re-incorpora a una de las MME vecinas de acuerdo con las conexiones lógicas re-establecidas.
11. Método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la re-incorporación de dicho UE se activa mediante dicha

señalización de radiobúsqueda recibida desde dicho eNB.

5 12. Método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la re-incorporación de dicho UE se inicia mediante un mensaje de solicitud de servicio desde dicho UE, en el que el fallo de dicha solicitud de servicio da como resultado una TAU – Actualización de Área de Rastreo.

13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que se ejecuta un esquema de balanceo de carga para evitar la sobrecarga de la red o de partes de la red.

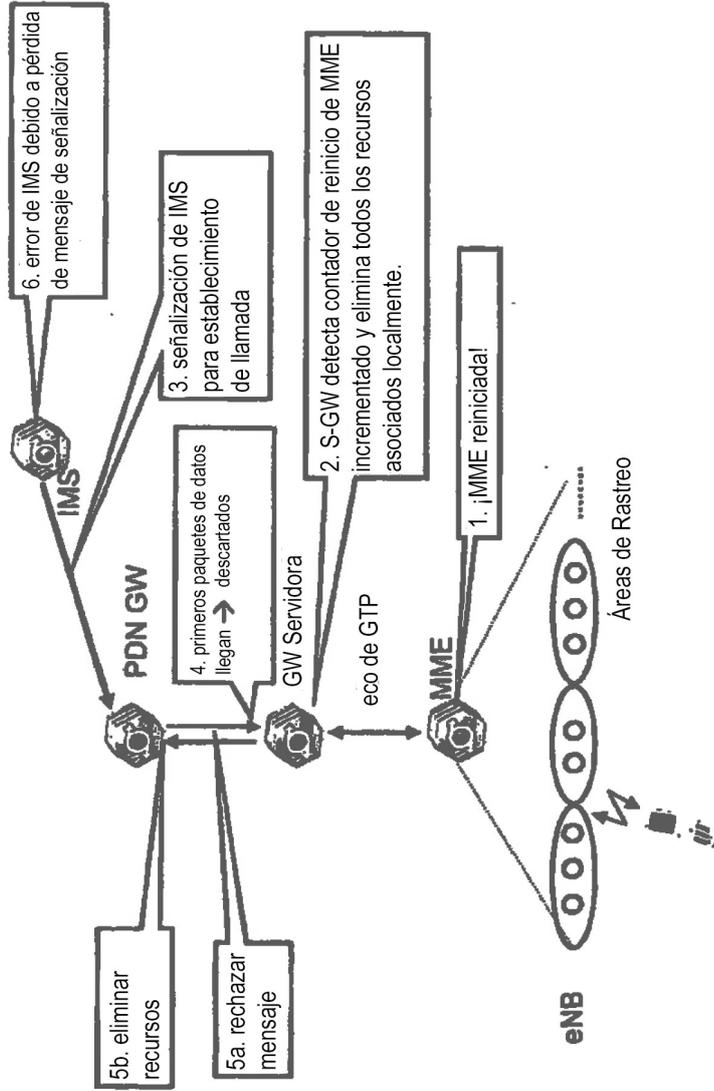


Fig. 1

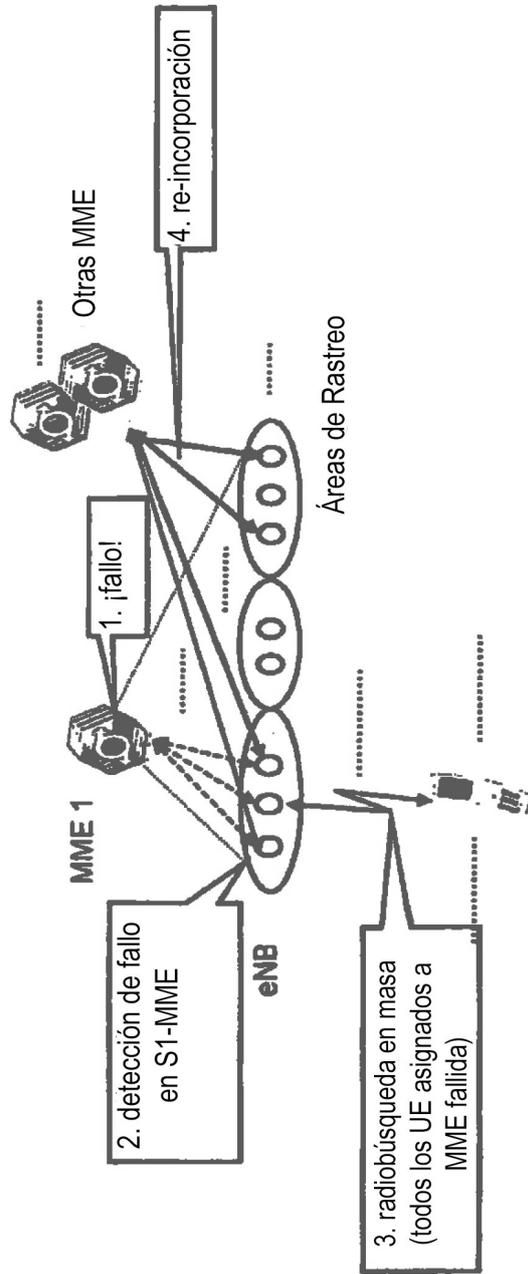
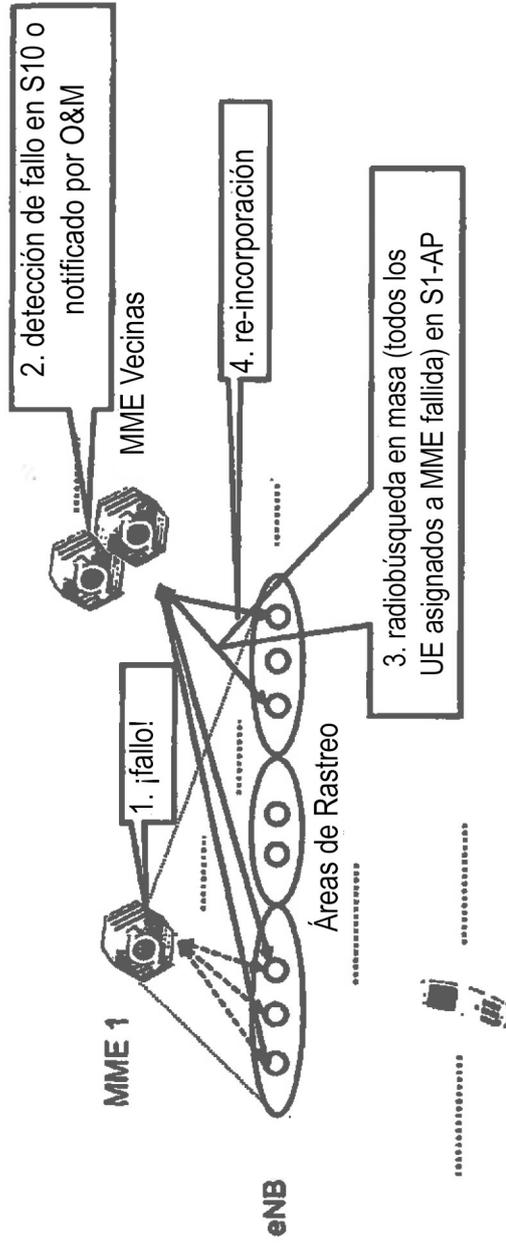


Fig. 2



**Fig. 3**

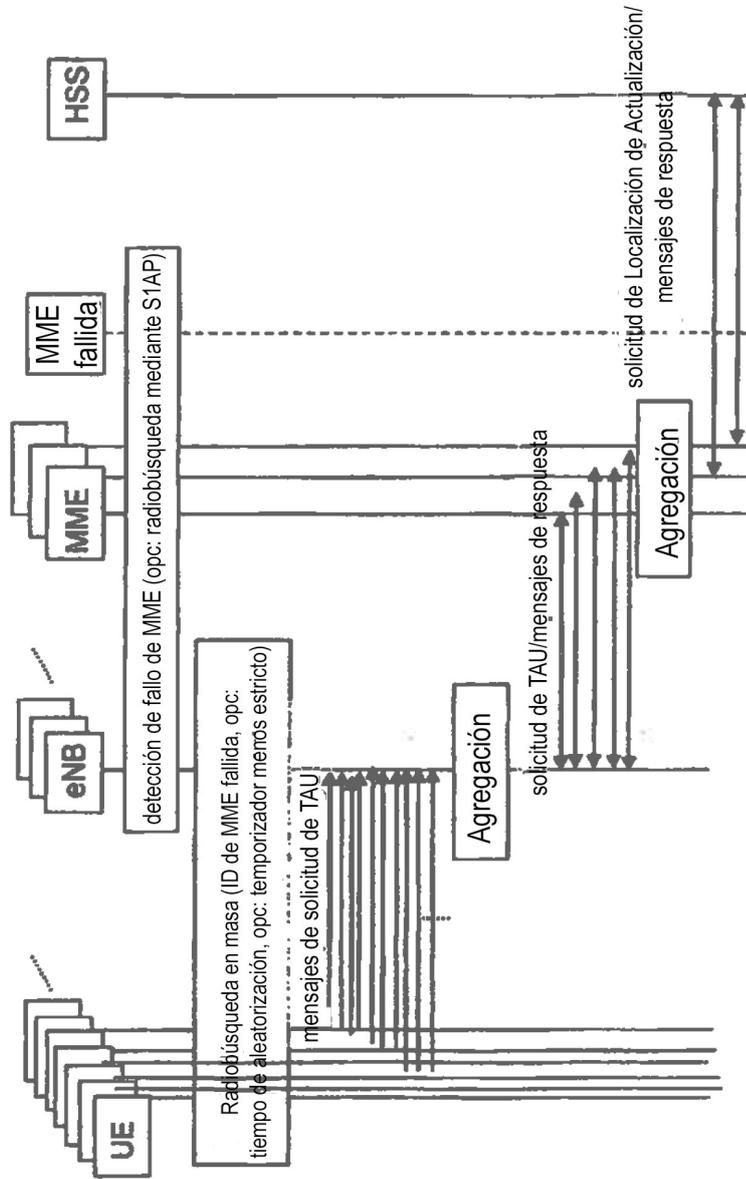


Fig. 4

