

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 183**

51 Int. Cl.:
H04W 28/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09014640 .8**
- 96 Fecha de presentación: **24.11.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2222111**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.08.2010**

54 Título: **SISTEMA DE COMUNICACIÓN MÓVIL Y PASARELA DE ACCESO QUE TIENE U-AGW (PASARELA DE ACCESO DEL PLANO DE USUARIO) PLURALES.**

30 Prioridad:
13.02.2009 JP 2009030974

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2012

73 Titular/es:
**Hitachi, Ltd.
6-6, Marunouchi 1-chome Chiyoda-ku
Tokyo 100-8280, JP**

72 Inventor/es:
**Morinaga, Yasutaka y
Watanabe, Koji**

74 Agente/Representante:
Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 376 183 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

Sistema de comunicación móvil y pasarela de acceso que tiene U-AGW (pasarela de acceso del plano de usuario) plurales.

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

(1) Campo de la Invención

10

La presente invención se refiere a un sistema de comunicación móvil y, más concretamente, a un sistema de comunicación móvil que incluye una pasarela de acceso (AGW) situada entre una red central y una red de acceso que aloja una pluralidad de estaciones base.

(2) Descripción de la técnica relacionada

15

En una red de acceso inalámbrica, se establece un túnel entre una Estación Base (BS) y una pasarela de acceso (AGW) y los mensajes de control y los datos de usuario se transmiten a través del túnel, usando un IP móvil (Protocolo de Internet Móvil) del IETF (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet). El túnel del IP móvil se establece intercambiando, por ejemplo, un mensaje de Petición de Registro (RRQ) y un mensaje de Respuesta de Registro (RRP) del IP Móvil Intermediario (PMIP) entre la BS y la AGW. Los formatos del mensaje RRQ y del mensaje RRP del PMIP se revelan en la RFC 3344 del IETF, secciones 3.1 y 3.2.

20

25

Mientras tanto, en una red de acceso inalámbrica tal como la UMB (Banda Ancha Ultra Móvil) / CAN (Red de Acceso Convergente) del Proyecto de Cooperación de 3ª Generación 2 (3GPP2), se lleva a cabo la separación entre un plano de control para el manejo de los mensajes de control y un plano de usuario para el manejo de los datos de usuario. Por ejemplo, la X. S0054-100-0 v1.0 del 3GPP2, secciones 4.4 y 4.6, revela que están separados un camino de datos y un camino de señalización en una AGW.

30

La Fig. 3 muestra un ejemplo de una red de acceso inalámbrica convencional. Un agente local (HA) 2 de un IP móvil y un servidor de Autenticación, Autorización y Contabilización (AAA) 3 para realizar la autenticación del usuario, la autorización de acceso, y la contabilización se conectan a una red central 1. Las estaciones base (BS) 10 (10A, 10B, ..., 10N) se conectan a la red central 1 a través de una pasarela de acceso AGW 4. El número de referencia 7 indica un aparato de control de sesiones (SRNC: Controlador de Red de Referencia de Sesiones) y los números de referencia 20 (20A, 20B, ...) indican las estaciones móviles (AT).

35

40

La AGW 4 incluye una unidad AGW 5 para el uso del control que maneja los mensajes de control (paquetes de control) y una unidad de AGW 6 para el envío de los datos de usuario que maneja los datos de usuario (paquetes de usuario). En la siguiente descripción, la unidad AGW 5 para el uso del control se conoce como C-AGW (AGW del plano de Control) y la unidad AGW 6 para enviar los datos de usuario como una U-AGW (AGW del plano de Usuario). En la red de acceso inalámbrica anterior, los paquetes de control se envían a través de la C-AGW 5 como se indica por las líneas de puntos, y los paquetes de usuario se envían a través de la U-AGW 6 como se indica por las líneas continuas.

45

La Fig. 4 muestra un ejemplo de una secuencia de señalización a ser realizada, por ejemplo, para establecer un túnel para enviar los datos de usuario entre una BS 10A y la AGW 4 cuando está conectada una AT 20A a la red central 1, en la red de acceso inalámbrica mostrada en la FIG. 3.

50

Cuando se emite una petición de conexión desde la AT 20A, se ejecuta un procedimiento de autenticación de acceso entre el servidor AAA 3 y la AT 20A a través de la BS 10A, el SRNC 7, y la C-AGW 5 (SQ10a, SQ10b, SQ10c). En este momento, se notifica la BS 10A desde la C-AGW 5 de una dirección IP de la C-AGW 5 como el AGW-ID (SQ11), y se notifica la C-AGW 5 desde la AT 20A de un identificador (ATID) de la AT 20A para ser autenticada (SQ12).

55

Tras la terminación de la autenticación del acceso de la AT 20A, la BS 10A realiza las configuraciones (SQ14a, SQ14b) para establecer una conexión inalámbrica entre la AT 20A y la BS 10A. Después de eso, la BS 10A transmite a la C-AGW 5 un mensaje de petición de establecimiento del túnel para establecer un túnel para el envío de los datos de usuario. La petición de establecimiento del túnel incluye el identificador (ATID) de la AT 20A. En este ejemplo, se transmite un mensaje RRQ del PMIP como la petición de establecimiento del túnel (SQ15). En el caso de una configuración del sistema que permita que la AGW 4 establezca una pluralidad de túneles para la misma AT, la BS 10A añade información de control ("La principal") para indicar el primer establecimiento del túnel al mensaje de RRQ del PMIP.

60

65

Tras recibir el mensaje de RRW del PMIP, la C-AGW 5 devuelve un mensaje de respuesta, que es un mensaje de RRP del PMIP en este ejemplo, a la BS 10A (SQ16). El mensaje de RRP del PMIP incluye una dirección IP de la U-AGW 6 como información ("punto final") para indicar un punto de terminación del túnel. Tras recibir el mensaje de RRP del PMIP desde la C-AGW 5, la BS 10A establece un túnel hacia la U-AGW 6 especificada por el "punto final" (SQ18). Por ello, la AT 20A transita dentro de un estado capaz de comunicar los datos de usuario con un nodo

correspondiente conectado a la red central 1 a través del túnel establecido entre la BS 10A y la U-AGW 6 (SQ19a, SQ19b, SQ19c).

5 En el caso en el que la AGW 4 incluya una U-AGW 6 única como en la red de acceso inalámbrica mostrada en la FIG. 3, la C-AGW 5 puede devolver un mensaje de respuesta que designa la misma U-AGW como el Punto final, en respuesta a cada petición de establecimiento del túnel recibida desde las estaciones base 10A a 10N. No obstante, en el caso en el que la AGW 4 comprenda una C-AGW y una pluralidad de U-AGW, cuando se reciba una petición de establecimiento del túnel desde una de las estaciones base, la C-AGW 5 tiene que asignar una U-AGW óptima a una AT teniendo en cuenta las condiciones de carga de las U-AGW. La X.S0054-100-0 v1.0 del 3GPP2 no revela sobre un método de asignación de una U-AGW específica a cada AT por la AGW 4 proporcionada con una pluralidad de U-AGW.

15 En un sistema de comunicación móvil de banda ancha tal como UMB (Banda Ancha Ultra Móvil), se requiere un control del traspaso elaborado adaptable a las AT móviles para lograr la transmisión de datos de alta velocidad con alta eficiencia. En el sistema de comunicación UMB, el control de conmutación de la BS se realiza para conectar una AT a una de las BS para las que tanto los estados del canal ascendente como los del canal descendente son los mejores, por ejemplo, monitorizando el estado del canal de radio del enlace ascendente desde la AT a cada BS y el estado del canal de radio del enlace descendente desde la BS a la AT, mediante la AT 20 y las BS 10.

20 En este caso, hay una posibilidad de que los trasposos de la misma AT ocurran frecuentemente entre las BS durante un corto periodo dependiendo de la situación de los canales de radio, con el resultado de que se ejecuten repetidamente procedimientos de control ineficaces. Si las condiciones para el traspaso de la AT entre las BS ocurren frecuentemente, llega a ser difícil para las BS y la AGW seguir estos trasposos porque se requiere un cierto tiempo para el establecimiento del túnel entre la BS y la AGW.

25 La US 2006/0187838 A1 revela un sistema de comunicación móvil con una pasarela de acceso de acuerdo con la primera parte de la reivindicación 1. El sistema usa una técnica en una red IP móvil en la que se realiza el balanceo de carga dependiendo de las cargas activas de las pasarelas de acceso después de que las llamadas se han establecido más que cuando las llamadas se originan.

30 SUMARIO DE LA INVENCION

Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de comunicación móvil y una pasarela de acceso (AGW) que permite la asignación de una U-AGW óptima seleccionada de entre una pluralidad de U-AGW cuando sucede una petición de establecimiento del túnel desde una estación base.

35 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de comunicación móvil y una pasarela de acceso (AGW) capaz de asignar una U-AGW a una estación base que origina una petición de establecimiento del túnel para distribuir las cargas a una pluralidad de U-AGW cuando se recibe una petición de establecimiento del túnel desde la estación base.

40 Los objetos anteriores se logran mediante la pasarela de acceso definida en la reivindicación 1.

45 Por ejemplo, si $L1$ representa la carga de la U-AGW actual, $L2$ la carga de la nueva U-AGW, y ΔL la carga ocupada por la estación móvil que solicita establecer un túnel, $L1$ y $L2$ están en una relación $L1 > L2$ ahora, debido a que la nueva U-AGW está en el estado de carga más bajo. Cuando el punto final del túnel se conmuta desde la U-AGW actual a la nueva U-AGW, la carga de la U-AGW actual cambia desde $L1$ a $L1 - \Delta L$ y la carga de la nueva U-AGW cambia desde $L2$ a $L2 + \Delta L$.

50 Aquí $L2 + \Delta L$ representa el estado de carga estimado de la nueva U-AGW en el caso de conmutar el punto final del túnel. Si se satisface una condición de $L1 > L2 + \Delta L$, una diferencia entre la carga de la nueva U-AGW y la carga de la U-AGW actual se puede hacer más pequeña que el estado actual conmutando el punto final del túnel desde la U-AGW actual a la nueva U-AGW, y se obtiene un efecto de distribución de carga. No obstante, si $L1$ es igual o menor que $L2 + \Delta L$, la conmutación del punto final del túnel desde la U-AGW actual a la nueva U-AGW hace la diferencia entre la carga de la nueva U-AGW y la carga de la U-AGW actual más grande que el estado actual y la conmutación del punto final del túnel tiene un efecto adverso en la distribución de carga sobre las U-AGW.

55 De acuerdo con la presente invención, cuando una petición de establecimiento de túnel se emite desde una estación base que es una estación base objetivo para la transferencia de una estación móvil, la C-AGW selecciona una nueva U-AGW que está en el estado de carga más bajo fuera de la pluralidad de U-AGW, estima el estado de carga de la nueva U-AGW en el caso de la conmutación del punto final del túnel para la estación móvil desde la U-AGW actual a la nueva U-AGW, designa la nueva U-AGW como el punto final del túnel para la estación móvil si el estado de carga estimado satisface una condición predeterminada, pero designa la dirección de la U-AGW actual como el punto final del túnel si el estado de carga estimado no satisface la condición predeterminada.

60 De acuerdo con la presente invención, por lo tanto, dado que se evita la conmutación del punto final del túnel si no

se espera el efecto de distribución de carga por la conmutación del punto final del túnel y se puede notificar la misma U-AGW como el punto final del túnel existente que se ha establecido por una estación base fuente del traspaso a la estación base objetivo como un punto final de un nuevo túnel, llega a ser posible enviar los paquetes de comunicación para la estación móvil a través de la misma U-AGW continuamente incluso cuando la estación base a ser conectada en inalámbrico a la estación móvil ha conmutado a la estación base objetivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un diagrama que muestra un ejemplo de un sistema de comunicación móvil al cual se aplica la presente invención;

La FIG. 2 es un diagrama que muestra las relaciones de conexión lógicas entre las BS 10, el SNRC 7, la AGW 4, el HA 2, y el servidor de AAA 3 mostrado en la FIG. 1;

La FIG. 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de una red de acceso inalámbrica convencional;

La FIG. 4 es un diagrama para explicar una secuencia de señalización para establecer un túnel para enviar los datos de usuario en la red de acceso inalámbrica mostrada en la FIG.3;

La FIG. 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de formato de un mensaje de petición de establecimiento del túnel a ser transmitido desde una BS 10 a una C-AGW 5;

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de formato de un mensaje de respuesta a ser devuelto desde la C-AGW 5 a la BS 10;

La FIG. 7 es un formato de un mensaje de Perfil de la QoS de Usuario 70 a ser transmitido desde el servidor AAA 3 a la C-AGW 5;

La FIG. 8 es un diagrama estructural de bloques que muestra una realización de la C-AGW 5;

La FIG. 9 es un diagrama estructural de bloques que muestra una realización de una U-AGW 6;

La FIG. 10 ilustra una realización de una tabla de estado de la U-AGW 57 formada en la memoria 53 de la C-AGW 5;

La FIG. 11 ilustra una realización de una tabla de información de la QoS 58 formada en la memoria 53 de la C-AGW5;

La FIG. 12 ilustra una realización de una tabla de direcciones de la U-AGW 59 formada en la memoria 53 de la C-AGW 5;

La FIG. 13 es un diagrama de la secuencia de señalización para explicar la función de la C-AGW 5 de la presente invención;

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que muestra una realización de la rutina de procesamiento de recepción de la RRQ 200 a ser ejecutada por el controlador 51 de la C-AGW 5;

La FIG. 15 es un diagrama de la secuencia de señalización para explicar otra función de la C-AGW 5 de la presente invención;

La FIG. 16 es un diagrama que muestra una segunda realización de un sistema de comunicación móvil para el que se aplica la presente invención; y

La FIG. 17 es un diagrama de la secuencia de señalización para la segunda realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

Las realizaciones preferentes de la presente invención se describirán de aquí en adelante con referencia a los dibujos.

La FIG. 1 muestra un ejemplo de un sistema de comunicación móvil al que se aplica la presente invención. En el sistema de comunicación móvil mostrado aquí, se sitúa una AGW 4 equipada con una pluralidad de U-AGW 6 (6-1 a 6-m) entre una red de acceso 8 y una red central 1. La red de acceso 8 aloja un aparato de control de sesiones SRNC (Controlador de Red de Referencia de Sesiones) 7 y una pluralidad de estaciones base 10 (10A, 10B, ... 10N), y la red central 1 incluye un Agente Local (HA) 2 y un servidor AAA 3. En la AGW 4, la pluralidad de U-AGW 6 (6-1 a 6-m) se conecta a una C-AGW 5 por un canal principal interno 40 de la AGW.

La FIG. 2 muestra las relaciones de conexión lógica entre las BS 10, el SRNC 7, la AGW 4, el HA 2, y el servidor AAA 3 mostrado en la FIG. 1. En el sistema de comunicación móvil de la presente invención, los mensajes de control (paquetes de control) se manejan por la C-AGW 5 como se indica por las líneas de puntos, y los datos de usuario (paquetes de usuario) se manejan de manera distribuida por la pluralidad de U-AGW 6-1 a 6-m como se indica por las líneas continuas.

En la presente realización, la C-AGW 5 se proporciona con una tabla de estado de la U-AGW para indicar el estado de carga de cada U-AGW 6, una tabla de información de la QoS para almacenar la información del perfil de la QoS del usuario en asociación con el identificador ATID de cada estación móvil (AT) que ha sido autenticada para tener un derecho de acceso, y una tabla de direcciones de la U-AGW para almacenar las direcciones de una estación base (BS) y una U-AGW a ser los puntos finales de un túnel en asociación con el ATID, como se describirá más tarde. La tabla de información de la QoS almacena como información del perfil de la QoS del usuario, por ejemplo, la información de la QoS que representa la prioridad, el ancho de banda máximo, etc., a ser asegurado para cada AT y otra información tal como una tasa de ocupación de la CPU máxima permitida para cada AT.

Tras recibir un mensaje de petición de establecimiento del túnel que incluye un identificador de la AT (ATID) desde una de las BS 10, la C-AGW 5 determina si existe una entrada de la tabla que incluya el ATID en la tabla de direcciones de la U-AGW. Si la entrada de la tabla que corresponde con la ATID no está registrada aún, la C-AGW 5 determina el estado de carga de cada U-AGW mediante la referencia a la tabla de estado de la U-AGW, selecciona la dirección de una U-AGW óptima para ser el punto final del túnel de manera que la carga de procesamiento se distribuya sobre la pluralidad de las U-AGW 6-1 a 6-m, y notifica la dirección de la U-AGW a la BS que ha transmitido la petición de establecimiento del túnel.

En la FIG. 2, los paquetes de usuario a ser comunicados por una AT 20A se envían a través de un túnel 9A establecido entre la BS 10A y la U-AGW 6-1. Los paquetes de usuario a ser comunicados por una AT 20B se envían a través de un túnel 9B establecido entre la BS 10B y la U-AGW 6-2, y los paquetes de usuario a ser comunicados por una AT 20C se envían a través de un túnel 9C establecido entre la BS 10N y la U-AGW 6-m.

Ahora, suponemos que la AT 20A se ha movido desde un área de cobertura de la BS 10A dentro de un área de cobertura de la BS 10B como se indica por una casilla de línea de puntos 20A, en un estado en el que ya se ha registrado una entrada de la tabla para la AT 20A en la tabla de direcciones de la U-AGW cuando se establece el túnel 9A. En la presente realización, cuando se recibe una petición de establecimiento del túnel para la AT 20A desde la BS 10B, la C-AGW 5 busca en la tabla de estado de la U-AGW la dirección de una U-AGW que está en el estado de carga más bajo y recupera la dirección de la U-AGW 6-1 que corresponde al identificador de la AT 20A a partir de la tabla de direcciones de la U-AGW.

Si la dirección de la U-AGW que corresponde al identificador de la AT 20A no se ha registrado en la tabla de direcciones de la U-AGW, la C-AGW 5 notifica a la BS 10B la dirección de una nueva U-AGW, que está en el estado de carga más bajo y recuperada desde la tabla de estado de la U-AGW, como la dirección del punto final del túnel. Cuando la U-AGW 6-1 fue seleccionada como la nueva U-AGW, por ejemplo, se establece un nuevo túnel 9A(1) entre la BS 10B y la U-AGW 6-2. Si una U-AGW 6-2 fue seleccionada como la nueva U-AGW, se establece un nuevo túnel 9A(2) entre la BS 10B y la U-AGW 6-2.

Cuando se selecciona la U-AGW 6-2 como la nueva U-AGW, por ejemplo, en el estado que la dirección de la U-AGW 6-1 que corresponde al identificador de la AT 20A ya se ha registrado en la tabla de direcciones de la U-AGW como en el traspaso de este ejemplo, la C-AGW 5 se refiere a la tabla de estado de la U-AGW y estima las transacciones de los estados de carga de las U-AGW 6-1 y 6-2 en el caso de conmutar el punto final del túnel para la AT 20A desde la U-AGW 6-1 actual a la nueva U-AGW 6-2. La C-AGW 5 notifica a la BS 10B la dirección de la nueva U-AGW 6-2 como la dirección del punto final del túnel solamente cuando los estados de carga de la nueva U-AGW 6-2 en el caso de que la conmutación del punto final satisfaga una condición predeterminada. Si el estado de carga estimado de la nueva U-AGW 6-2 no satisface la condición predeterminada para la conmutación de la U-AGW, la C-AGW 5 notifica a la BS 10B la dirección de la U-AGW 6-1 actual como la dirección del punto final del túnel. En este caso, el nuevo túnel 9A(1) para la AT 20A se establece entre la BS 10B y la U-AGW 6-1 de manera que el envío de los paquetes a ser comunicados por la AT 20A se controla por la misma U-AGW 6-1 como antes.

La FIG. 5 muestra el formato de un mensaje de Petición de Registro (RRQ) 80 del IP Móvil Intermediario (PMIP) como un ejemplo de un mensaje de petición de establecimiento del túnel a ser transmitido desde cada estación base (BS) 10 a la C-AGW 5.

El mensaje de RRQ 80 comprende un cuerpo de mensaje 81 y una parte de extensión 82. El cuerpo del mensaje 81 es una parte principal distinta de la parte de extensión de un mensaje de Petición de Registro descrito en la RFC 3344 del IETF, sección 3.3, e incluye un tipo de mensaje 81a que indica que este mensaje es de RRQ y otra información 81b que incluye las direcciones IP, etc. La parte de extensión 82 incluye un identificador de la estación móvil (ATID) 83, un indicativo del tipo de vinculación 84 del tipo de túnel, y otra información 85. El tipo de vinculación 84 incluye información para discriminar si el túnel solicitado para ser establecido por el mensaje de RRQ 80 es el primer túnel ("Primario") para la estación móvil especificada por el ATID 83 o el segundo túnel o subsiguiente ("Solamente Enlace Inverso (RL)") a ser establecido para la transmisión de datos hacia arriba. La otra información 85 incluye información tal como una clase de servicio requerida por la AT.

La FIG. 6 muestra el formato de un mensaje de RRP del PMIP 90 a ser devuelto desde la C-AGW 5 a la BS 10 como un mensaje de respuesta en respuesta al mensaje de RRQ 80.

El mensaje de RRP comprende un cuerpo de mensaje 91 y una parte de extensión 92. El cuerpo del mensaje 91 es una parte principal distinta de la parte de extensión de un mensaje de Respuesta de Registro descrito en la RFC 3344 del IETF, sección 3.4, e incluye un tipo de mensaje 91a que indica que este mensaje es de RRP y otra información 91b que indica las direcciones IP, etc. La parte de extensión 92 incluye el identificador de la estación móvil (ATID) 93, un punto final del túnel 94, y otra información 95. En el campo del punto final del túnel 94, se fija la dirección IP de la U-AGW que ha sido seleccionada de entre las U-AGW 6-1 a 6-m por la C-AGW 5.

La FIG. 7 muestra el formato de un mensaje de Perfil de la QoS del Usuario 70 a ser transmitido desde el servidor

AAA 3 a la C-AGW 5.

5 El mensaje de Perfil de la QoS del Usuario comprende una parte de información de control 71, un identificador de la estación móvil (ATID) 72, y un perfil de la QoS 73 que representa una calidad de servicio (QoS) de comunicación asegurada para la AT identificada por el ATID 72. La parte de información de control 71 incluye un tipo de mensaje que indica que este mensaje 70 es un mensaje de perfil de la QoS del usuario y otra información. El perfil de la QoS del usuario 73 incluye, por ejemplo, la prioridad 74 del servicio de comunicación, un ancho de banda (BW) máximo 75 disponible para la AT, y otra información 76.

10 La FIG. 8 es un diagrama estructural de bloques que muestra una realización de la C-AGW 5. La C-AGW 5 comprende un controlador (procesador) 51, una memoria de programa 52 para almacenar las rutinas de procesamiento del protocolo y otros programas de control a ser ejecutados por el controlador 51, una memoria de datos 53, un interfaz de red (NW-INF) 54-1 para conectar con la red central 1, un interfaz de red (NW-INF) 54-2 para conectar con la red de acceso 8, un interfaz de la AGW (AGW-INF) 55 para conectar con el canal principal interno 40 de la AGW, un interfaz de usuario 56, y un canal principal interno 50 que interconecta los componentes mencionados anteriormente. En la memoria de datos 53, se forman una tabla de estado de la U-AGW 57, una tabla de información de la QoS 58, una tabla de direcciones de la U-AGW 59, y otras áreas de almacenamiento de datos.

20 La FIG. 9 es un diagrama estructural de bloques que muestra una realización de la U-AGW 6. La U-AGW 6 comprende un controlador (procesador) 61, una memoria de programa 62 para el almacenamiento de varios programas de control a ser ejecutados por el controlador 61, una memoria de datos 63, un interfaz de red (NW-INF) 64-1 para conectar con la red central 1, un interfaz de red (NW-INF) 64-2 para conectar con la red de acceso 8, un interfaz de la AGW (AGW-INF) 65 para conectar con el canal principal interno de la AGW 40, y un canal principal interno 60 que interconecta los componentes mencionados anteriormente.

25 En la memoria de programa 62, se almacena un programa de control para la medición del estado de carga de la U-AGW 6 y notificar de manera periódica a la C-AGW 5 el estado de carga medido. En la memoria de datos 63, se forma un área de almacenador temporal 64 que comprende un área de almacenador temporal de transmisión para almacenar temporalmente los paquetes de transmisión y un área de almacenador temporal de recepción para almacenar los paquetes recibidos. El interfaz de red (NW-INF) 64-2 para la conexión a la red de acceso 8 se puede conectar con la red de acceso 8, junto con los NW-INF 64-2 de las otras U-AGW en la misma AGW 4, a través de un conmutador de paquetes asociado con la AGW 4.

35 La FIG. 10 ilustra una realización de la tabla de estado de la U-AGW 57 formada en la memoria 53 de la C-AGW 5.

40 La tabla de estado de la U-AGW 57 comprende una pluralidad de entradas de tabla que corresponden a las U-AGW 6-1 a 6-m conectadas con la C-AGW 5. Cada entrada de tabla incluye, como información del estado de carga de la U-AGW en asociación con la dirección de la U-AGW 571, por ejemplo, una tasa de uso de la CPU 572, una tasa de uso del almacenador temporal 573, y otra información 574. La tasa de uso del almacenador temporal 573 varía dependiendo del número de los paquetes de usuario que esperan para ser procesados en el área del almacenador temporal de recepción de la U-AGW. La otra información 574 incluye, por ejemplo, un ancho de banda de comunicación de la U-AGW y una tasa de uso del ancho de banda.

45 La FIG. 11 ilustra una realización de la tabla de información de la QoS 58 formada en la memoria 53 de la C-AGW 5.

50 La tabla de información de la QoS 58 comprende una pluralidad de entradas de tabla, cada una de las cuales indica la relación entre el identificador de la estación móvil (ATID) 581 y el perfil de la QoS del usuario 582. El perfil de la QoS del usuario 582 indica, por ejemplo, una prioridad 582A del servicio de comunicación o asignación de recursos para una estación móvil identificada por el ATID 581, un ancho de banda (BW) máximo 582B disponible para la estación móvil, una clase de servicio de comunicación (Clase de Servicio Permitida) 582C, y una tasa de ocupación de la CPU máxima 582D permitida para la estación móvil. Como la clase de servicio de comunicación, la información para especificar una clase de servicio de comunicación asegurada para el usuario de la AT mediante un contrato de antemano, por ejemplo, se almacena una clase de servicio de la comunicación de datos, comunicación de voz, o comunicación de vídeo.

55 La FIG. 12 ilustra una realización de la tabla de direcciones de la U-AGW 59 formada en la memoria 53 de la C-AGW 5.

60 La tabla de direcciones de la U-AGW 59 comprende una pluralidad de entradas de tabla, cada una de las cuales indica, en asociación con un identificador de la estación móvil (ATID) 591, una dirección de la U-AGW 592, una dirección de la estación base (BS) 593, y un tipo de vinculación 594. La dirección de la U-AGW 592 y la dirección de la BS 593 representan las direcciones IP de la U-AGW y la estación base para ser los puntos finales de un túnel para el envío de los paquetes de usuario, respectivamente. Como el tipo de vinculación 594, el "Primario" se almacena cuando el túnel establecido entre una estación base designada por la dirección de la BS 593 y una U-AGW designada por la dirección de la U-AGW 592 es la única para la estación móvil que tiene el ATID 591 y

“Solamente el RL” se almacena cuando el túnel es el segundo o subsiguiente que coexiste con el primer túnel.

En el caso en el que el aparato de gestión para la supervisión del estado de la sesión de cada estación móvil se sitúa como una entidad que gobierna la BS, por ejemplo, cada estación base puede decidir si el tipo de vinculación sería “Primario” o “Solamente RL” de acuerdo con la información de control suministrada desde el aparato de gestión.

En la FIG. 12, por ejemplo, una entrada de tabla EN1 indica que el túnel (túnel 9A en la FIG. 2) establecido entre la estación base 10A que tiene la dirección IP “IP10A” y la U-AGW 6-1 que tiene la dirección IP “IP6-1” es el primer túnel para la AT 20A. Del mismo modo, una entrada de tabla EN2 indica que el túnel (túnel 9B en la FIG. 2) establecido entre la estación base 10B que tiene la dirección IP “IP10B” y la U-AGW 6-2 que tiene la dirección IP “IP6-2” es el primer túnel para la AT 20B.

La FIG. 13 ilustra la primera realización de una secuencia de señalización para el establecimiento de un túnel para enviar los datos de usuario entre la estación base 10 y una de las U-AGW 6-1 a 6-m en el sistema de comunicación móvil de la presente invención.

Aquí, se explicará una secuencia de señalización, de manera similar a la FIG. 4, alrededor del caso en el que la AT 20A está conectada con la red central 1, en la red de acceso inalámbrica mostrada en la FIG. 2, pero la explicación para la misma parte que la secuencia de señalización convencional descrita con respecto a la FIG. 4 se simplificará aplicando los mismos símbolos de referencia como se usan en el FIG. 4.

En la presente realización, cada U-AGW 6 (6-1 a 6-m) mide periódicamente la tasa de uso de la CPU, la tasa de uso del almacenador temporal, y otros valores de los parámetros de los recursos indicativos de su estado de carga y notifica a la C-AGW 5 la información de estado que indica los valores mencionados anteriormente mediante un mensaje de notificación del estado de la U-AGW (SQ01). Aunque la transmisión del mensaje de notificación del estado de la U-AGW desde cada U-AGW 6 a la C-AGW 5 se repite periódicamente, esta transmisión se tipifica por la SQ01 en la FIG. 13 por simplificación. Tras la recepción de un mensaje de notificación del estado de la U-AGW desde una de las U-AGW 6, la C-AGW 5 actualiza la información del estado de carga tal como la tasa de uso de la CPU 572, la tasa de uso del almacenador temporal 573, y otra información 574 en una entrada de tabla correspondiente a la dirección de la fuente (la dirección de la U-AGW) del mensaje recibido en la tabla de estado de la U-AGW 57.

En el procedimiento de autenticación de acceso SQ10a a SQ10c para la autenticación de la estación móvil (AT) 20A mostrada en la FIG. 13, cuando sucede en la autenticación de acceso (que incluye la autenticación del usuario) de la AT 20A, el servidor de AAA 3 transmite a la C-AGW 5 el perfil de la QoS del usuario que incluye la prioridad, el BW máximo, la clase de servicio, la máxima tasa de ocupación de la CPU, etc., permitidas para la AT 20A como un mensaje del perfil de la QoS del Usuario (SQ13).

Tras la recepción del mensaje del perfil de la QoS del Usuario desde el servidor de AAA 3, el controlador 51 de la C-AGW 5 ejecuta una rutina de recepción del perfil de la QoS del usuario, no mostrada en la FIG. 8, y comprueba si el identificador de la AT (ATID) notificado desde la AT 20A en el paso SQ12 en la FIG. 13 ya se ha registrado como el ATID 581 en la tabla de información de la QoS 58. Si el ATID de la AT 20A no está registrado aún en la tabla de información de la QoS 58, el controlador 51 añade una nueva entrada de tabla que indica la correspondencia del ATID con el perfil de la QoS del usuario notificado desde el servidor de AAA 3 dentro de la tabla de información de la QoS 58. Cuando el ATID de la AT 20A ya se ha registrado como el ATID 581 en la tabla de información de la QoS 58, el controlador 51 termina la rutina de recepción del perfil de la QoS del usuario sin actualizar la tabla de información de la QoS 58.

Tras la terminación de la autenticación de acceso del usuario de la AT, la BS 10A realiza las configuraciones (SQ14a, SQ14b) para conectar con la AT 20A a través de un canal inalámbrico. Después de eso, la BS 10A transmite a la C-AGW 5 un mensaje de petición de establecimiento del túnel (RRQ del PMIP) 80 para establecer un túnel para el envío de los datos de usuario (SQ15). El mensaje de petición incluye el identificador (ATID) 83 de la AT 20A y el tipo de vinculación 84 como se muestra en la FIG. 5.

Tras la recepción del mensaje de petición de establecimiento del túnel (RRQ del PMIP) 80, el controlador 51 de la C-AGW 5 se refiere a la tabla de estado de la U-AGW 57 para seleccionar una U-AGW que está en el estado de carga más bajo entre las U-AGW 6-1 a 6-m como la U-AGW a ser asignada a la AT 20A. En este ejemplo, la U-AGW 6-1 se selecciona como la U-AGW a ser asignada a la AT 20A. Entonces, el controlador 51 devuelve a la BS 10A un mensaje de respuesta (RRP del PMIP) 90 mostrado en la FIG.6 que incluye la dirección IP de la U-AGW 6-1 como el punto final del túnel 94 (SQ16). En este momento, el controlador 51 actualiza la tabla de direcciones de la U-AGW 59 en la memoria 53 añadiendo una nueva entrada de tabla que indica, en asociación con el ATID 93 especificado en el mensaje de RRQ del PMIP, la dirección IP de la U-AGW 6-1 a ser el punto final del túnel, la dirección IP de la estación base que ha transmitido el mensaje de RRQ del PMIP, y el tipo de vinculación 84 indicado en el mensaje de RRQ del PMIP 80.

La FIG. 14 ilustra una rutina de procesamiento de recepción RRQ 200 a ser ejecutada por el controlador 51 en respuesta a la recepción del mensaje de petición de actualización del túnel (RRQ del PMIP).

- 5 En la rutina de procesamiento de recepción de la RRQ 200, el controlador 51 selecciona una (dirección) U-AGW que está ahora en el estado de carga más bajo, en base a la tasa de uso de la CPU 572, la tasa de uso del almacenador temporal 573, y otra información 574 indicada en la tabla de estado de la U-AGW 57 (paso 201). Se supone aquí que la U-AGW 6-1 fue seleccionada como la U-AGW que está en el estado de carga más bajo.
- 10 El controlador 51 entonces comprueba si el ATID 83 de petición especificado en el mensaje de la RRQ del PMIP recibido 80 ya ha sido registrado como el ATID 591 en la tabla de direcciones de la U-AGW 59 (paso 202). Se supone aquí que el ATID 83 de petición aún no está registrado en la tabla de direcciones de la U-AGW 59 y el mensaje de la RRQ del PMIP 80 se ha transmitido desde la estación base 10A a la C-AGW 5. En este caso, el controlador 51 asigna una nueva U-AGW (la U-AGW 6-1 en este ejemplo) seleccionada en el paso 201 para la AT 20A (211) y añade a la tabla de direcciones de la U-AGW 59 una nueva entrada de tabla EN-1 que indica la correspondencia entre el ATID 83 de la AT de petición y el tipo de vinculación 84 especificado en el mensaje de la RRQ del PMIP 80, la dirección IP de la U-AGW 6-1, y la dirección IP de la estación base que ha transmitido el mensaje de la RRQ del PMIP 80 (212). Después de eso, el controlador 51 devuelve un mensaje de respuesta (RRP del PMIP) 90 que incluye la dirección IP ("IP 6-1") de la U-AGW 6-1 como el punto final del túnel 94 a la estación base 10A que ha transmitido el mensaje de la RRQ del PMIP 90 (213, SQ16 en la FIG. 13) y termina la rutina de procesamiento de recepción de la RRQ 200.

- 25 En el caso en el que el ATID de petición especificado en el mensaje de la RRQ del PMIP 90 ya se ha registrado como el ATID 591 en la tabla de direcciones de la U-AGW 59, como en el caso del traspaso de la AT entre las estaciones base que se describirá más tarde, es decir, cuando el mensaje de la RRQ del PMIP 80 fue transmitido desde la estación base 10B al cual la AT 20A va a ser traspasada, el controlador 51 compara la dirección de la nueva U-AGW seleccionada en el paso 201 y la dirección de la U-AGW actual registrada en asociación con el ATID de petición en la tabla de direcciones de la U-AGW 59 (203). Si la dirección de la nueva U-AGW coincide con la dirección de la U-AGW actual, el controlador 51 asigna la dirección de la U-AGW actual indicada en la tabla de direcciones de la U-AGW a la AT 20A (206A).

- 35 Si la dirección de la nueva U-AGW no coincide con la dirección de la U-AGW actual, por ejemplo, en el caso en el que la U-AGW actual es la U-AGW 6-1 y la nueva U-AGW es la U-AGW 6-2, el controlador 51 estima el estado de carga de la nueva U-AGW 6-2 en el caso de conmutar el punto final del túnel desde la U-AGW 6-1 actual a la nueva U-AGW 6-2, en base a la información del estado de carga actual de la nueva U-AGW 6-2 indicado en la tabla de estado de la U-AGW 57 y la información del perfil de la QoS del usuario de la AT de petición 20A indicada en la tabla de información de la QoS 58 (204). Después de eso, el controlador 51 determina si la condición predeterminada para conmutar la U-AGW se satisface o no comparando el estado de carga estimado de la nueva U-AGW 6-2 y el estado de carga de la U-AGW actual 6-1 (205).

- 40 Por ejemplo, en el caso en el que L1 representa la carga de la U-AGW 6-1 actual indicada en la tabla de estado de la U-AGW 57, L2 la carga de la nueva U-AGW 6-2 y ΔL una carga ocupada por la AT de petición, L1 y L2 están en una relación $L1 > L2$ ahora, porque la nueva U-AGW 6-2 está en el estado de carga más bajo. Cuando el punto final del túnel para la AT de petición se conmuta desde la U-AGW 6-1 actual a la nueva U-AGW 6-2, la carga de la U-AGW 6-1 actual cambia de L1 a $L1 - \Delta L$ y la carga de la nueva U-AGW 6-2 cambia de L2 a $L2 + \Delta L$.

- 50 Aquí, si L1 es mayor que $L2 + \Delta L$, la diferencia entre la carga de la U-AGW 6-1 y la carga de la U-AGW 6-2 se puede hacer más pequeña que el estado actual conmutando el punto final del túnel de la U-AGW 6-1 actual a la nueva U-AGW 6-2 y se obtiene el efecto de distribución de carga. No obstante, si L1 es menor que $L2 + \Delta L$, la conmutación del punto final del túnel desde la U-AGW 6-1 actual a la nueva U-AGW 6-2 hace la diferencia entre la carga $L1 - \Delta L$ de la U-AGW 6-1 actual y la carga $L2 + \Delta L$ de la nueva U-AGW 6-2 más grande que el estado actual. En este caso, la conmutación del punto final del túnel tiene un efecto adverso en la distribución de carga.

- 55 La condición de conmutación de la U-AGW en el paso 205 supone una expresión condicional para la determinación de si la conmutación del punto final del túnel contribuye a la distribución de carga, en base al estado de carga de la U-AGW 6-1 actual y el estado de carga estimado de la nueva U-AGW 6-2 en el caso de conmutar el punto final del túnel. Cuando la nueva U-AGW 6-2 está en el estado de carga más bajo, la relación $L1 \geq L2$ se satisface inevitablemente. En este caso, la conmutación del punto final del túnel contribuye a la distribución de carga si las cargas L1, L2 y ΔL están en una relación $L1 - L2 > \Delta L$.

- 60 El controlador 51 asigna la dirección de la U-AGW actual indicada en la tabla de direcciones de la U-AGW 59 a la AT 20A cuando la condición de conmutación de la U-AGW no se satisface (206A), y asigna la dirección de la nueva U-AGW seleccionada en el paso 201 a la AT 20A solamente en el caso en el que la condición de conmutación de la U-AGW se satisface (206B). Después de la asignación de la dirección de la U-AGW a la AT 20A, el controlador 51 determina el tipo de vinculación 84 especificado en el mensaje de la RRQ del PMIP 80 (207).

5 Cuando el tipo de vinculación indica “Solamente RL”, es decir, en el caso en el que el sistema de comunicación móvil mostrado en la FIG. 1 tiene una configuración del sistema que permite establecer una pluralidad de túneles para la misma AT, el controlador 51 añade una nueva entrada de tabla EN-1 a la tabla de direcciones de la U-AGW 59 (212). La nueva entrada de tabla EN-1 indica la correspondencia entre el ATID 83 de la AT de petición y el tipo de vinculación 84 especificado en el mensaje de la RRQ del PMIP 80, la dirección IP de la U-AGW 6-1 actual, y la dirección IP fuente del mensaje de la RRQ del PMIP 80 que indica la BS 10A (212). Después de eso, el controlador 51 devuelve un mensaje de respuesta (RRQ del PMIP) que especifica la dirección IP de la U-AGW asignada en el paso 206A o 206B como el punto final del túnel 94, a la estación base 10B que ha transmitido el mensaje de la RRQ del PMIP y termina la rutina 200.

15 Cuando el tipo de vinculación en el mensaje de la RRQ del PMIP 80 indica “Primario”, el controlador 51 reescribe la dirección de la BS 593 de la entrada de tabla registrada en la tabla de direcciones de la U-AGW 59 para la dirección de la estación base 10B que ha transmitido el mensaje de la RRQ del PIMP (208). Después de eso, el controlador 51 devuelve un mensaje de respuesta (RRP del PMIP) que especifica la dirección IP de la U-AGW asignada en el paso 206A o 206B como el punto final del túnel 94, a la estación base 10B que ha transmitido el mensaje de la RRQ del PMIP (209), libera el túnel existente que se ha usado antes del traspaso (210), y termina la rutina 200.

20 Volviendo a la FIG. 13, cuando se recibe el mensaje de la RRP del PIMP 90 desde la C-AGW 5, la BS 10A establece un túnel hacia la U-AGW 6-1 de acuerdo con la dirección IP “IP6-1” de la U-AGW especificada por el “Punto final” 94 en el mensaje recibido (SQ18), por el cual la AT 20A llega a estar en el estado capaz de comunicar los datos de usuario con el nodo correspondiente a través de la BS 10A y la U-AGW 6-1 (SQ19a, SQ19b, SQ19c).

25 A continuación, se hará una descripción mediante la referencia a la FIG. 15 alrededor de una secuencia de señalización de un traspaso de la AT a ser realizada cuando la AT 20A se ha movido desde el área de cobertura de la BS 10A dentro del área de cobertura de la BS 10B mostrada en la FIG. 2. En la FIG. 15, como las secuencias SQ10a a SQ19c son la misma que aquéllas en la FIG. 13, se omitirá su descripción.

30 Supongamos aquí que la AT 20A que está en el estado de comunicación a través del túnel establecido entre la estación base 10A y la U-AGW 6-1 se ha movido dentro el área de cobertura (área de servicio) de la BS 10B. La AT 20A monitoriza el estado del canal de radio para cada estación base periódicamente, por ejemplo, midiendo la calidad de las señales piloto recibidas desde las estaciones base 10A y 10B o comunicando la información de control con cada estación base.

35 Cuando el estado del canal de radio de la nueva estación base 10B ha llegado a ser mejor que aquél de la estación base 10A, la AT 20A inicia un procedimiento para traspasar la AT 20A desde la estación base 10A a la estación base 10B. El traspaso de la AT 20A, no obstante, se puede iniciar por la estación base 10A o 10B.

40 Tras recibir una petición de traspaso de la AT 20A, la estación base 10B realiza el procedimiento de autenticación del acceso de la AT 20A, con el servidor de AAA 3 a través del SRNC 7 y la C-AGW 5 (SQ20a, SQ20b, SQ20c). En este caso, de manera similar al primer procedimiento de autenticación de acceso (SQ10a, SQ10b, SQ10c) detallado en la FIG. 13, la dirección IP de la C-AGW 5 a la cual está vinculada la estación base 10B se notifica desde la C-AGW 5 a la estación base 10B, el identificador (ATID) de la AT 20A se notifica desde la AT 20A a la C-AGW 5, y el perfil de la QoS del usuario correspondiente al ATID se notifica desde el servidor AAA 3 a la C-AGW 5.

45 Tras recibir el perfil de la QoS del usuario desde el servidor AAA 3, el controlador 51 de la C-AGW 5 ejecuta la rutina de procesamiento de recepción del perfil de la QoS del usuario. Esta vez, como la entrada de tabla correspondiente al ATID de la AT 20A ya se ha registrado en la tabla de información de la QoS 58, no se lleva a cabo la actualización de la tabla de información de la QoS 58.

50 Tras completar un procedimiento de autenticación de acceso (SQ20a, SQ20b, SQ20c), la estación base 10B realiza las configuraciones (SQ24a, SQ24b) para comunicar con la AT 20A a través de un canal inalámbrico, y transmite un mensaje de petición de establecimiento del túnel (RRQ del PMIP) 80 a la C-AGW 5 (SQ25). El mensaje de la RRQ del PMIP 80 transmitido desde la estación base 10B a la C-AGW 5 incluye el identificador (ATID) de la AT 20A y el “Primario” como su tipo de vinculación.

55 Tras recibir el mensaje de la RRQ del PMIP 80 desde la estación base 10B, el controlador 51 de la C-AGW 5 selecciona una U-AGW a ser asignada a la AT 20A ejecutando la rutina de procesamiento de recepción de la RRQ 200 descrita mediante la referencia a la FIG. 14. Esta vez, como la entrada de tabla EN1 que corresponde con el identificador (ATID) de la AT 20A ya se ha registrado en la tabla de direcciones de la U-AGW 59, el controlador 51 asigna la U-AGW 6-j (la U-AGW actual o la nueva U-AGW) a la AT 20A de petición de acuerdo con los pasos 203 a 206A o 206B y actualiza la tabla de direcciones de la U-AGW 59. Después de eso, el controlador 51 devuelve a la estación base 10B un mensaje de respuesta (RRP del PMIP) 90 que especifica la dirección IP de la U-AGW 6-j por el “Punto final” 94 (paso 209, SQ26 en la FIG. 15).

65

Después de la transmisión del mensaje de la RRP del PMIP 90, el controlador 51 libera el túnel existente 9A entre la estación base 10A y la U-AGW 6-1, por ejemplo, transmitiendo un mensaje de liberación del túnel a la estación base 10A (paso 210, SQ27 en la FIG. 15). El túnel se puede liberar dando instrucciones a la U-AGW 6-1 para liberar el túnel desde el controlador 51 a través del canal principal interno de la AGW y transmitiendo un mensaje de liberación del túnel desde la U-AGW 6-1 a la estación base 10A. El túnel existente se libera, por ejemplo, mediante control de temporizador cuando un tiempo predeterminado pasó desde que el mensaje de la RRP del PMIP fue transmitido.

Tras recibir el mensaje de respuesta 90 (RRP del PMIP) desde la C-AGW 5, la estación base 10B establece un túnel hacia la U-AGW 6-j (por ejemplo, la U-AGW 6-1 en este ejemplo) especificado por el "Punto final" (SQ28), por el cual la AT 20A llega a estar en el estado capaz de comunicar los datos de usuario a través de la estación base 10B y la U-AGW 6-j (SQ29a, SQ29b, SQ29c).

De acuerdo con la presente realización, cuando ocurre un traspaso de la AT 20A, la C-AGW 5 selecciona una nueva U-AGW que está ahora en el estado de carga más bajo, pero asigna la misma U-AGW 6-1 como se usa antes del traspaso al punto final del túnel después del traspaso de la AT 20A a menos que la carga de la nueva U-AGW estimada en el caso de conmutar el punto final del túnel satisfaga la condición predeterminada de la conmutación de la U-AGW. Es posible, por lo tanto, realizar el traspaso inter estaciones base de la AT sin requerir el cambio de ruta entre la AGW 4 y la red central. Además, conmutando el punto final del túnel a la nueva U-AGW cuando la carga estimada de la nueva U-AGW satisface la condición de conmutación de la U-AGW, la diferencia entre la carga de la nueva U-AGW y la carga de la U-AGW actual se puede disminuir más que el estado actual. Es posible, por lo tanto, optimizar la distribución de carga sobre las U-AGW cada vez que ocurre la conmutación del punto final del túnel.

En la realización de la FIG. 15, cuando la AT 20A se ha movido desde el área de cobertura de la estación base (BS) 10A dentro del área de cobertura de la estación base (BS) 10B, se establece un nuevo túnel (túnel 9A(1) o 9A(2) en la FIG. 2) entre la estación base 10B y la U-AGW 6-j y el túnel existente (túnel 9A en la FIG. 2) que se ha establecido entre la estación base 10A y la U-AGW 6-1 se libera. Por otra parte, de acuerdo con la rutina de procesamiento de recepción de la RRQ 200 ilustrada en la FIG. 14, cuando el tipo de vinculación 84 indica "Solamente RL" en el mensaje de petición de establecimiento del túnel (RRQ del PMIP) 80, se puede establecer un nuevo túnel entre la estación base 10B y la U-AGW 6-j, mientras que el túnel existente entre la estación base 10A y la U-AGW 6-1 permanece.

En la realización descrita anteriormente, se establece un túnel (enlace hacia atrás: "Solamente RL") para la transmisión ascendente como un nuevo túnel 9A(1) o 9A(2) para la AT 20A en el estado en el que se ha establecido el primer túnel (enlace hacia atrás/enlace hacia delante: "Primario") 9A para la transmisión bidireccional. Tal función de establecimiento del túnel se proporciona en el sistema inalámbrico UMB (Ancho de banda Ultra Móvil) antes mencionado.

Si el traspaso de la AT se controla para traspasar inmediatamente la AT 20A desde la estación base 10A a la estación base 10B cuando la AT 20A ha entrado en el área de cobertura de la BS 10B, sucedería un traspaso opuesto desde la estación base 10B a la estación base 10A cuando la AT 20A ha vuelto al área de cobertura de la BS 10A. Dado que establecer un túnel entre la estación base y la U-AGW 6 necesita un cierto periodo de tiempo, la carga de la C-AGW 5 aumenta con los traspasos frecuentes entre las estaciones base. No obstante, estableciendo túneles (9A y 9A(1) o 9A(2)) en paralelo hacia la AGW 4 desde las dos estaciones base (BS 10A y BS 10B en la FIG. 15) que tienen una alta posibilidad del traspaso de la AT entre ellas, llega a ser posible evitar aumentar la carga de la C-AGW 5 debido a los traspasos inter estaciones base, incluso cuando la AT 20A deambula a través del límite entre las áreas de cobertura de las estaciones base 10A y 10B.

En la presente realización, cuando se establece un nuevo túnel 9A(1) o 9A(2) para la AT 20A a través de la estación base 10B en un estado en el que ya existe el túnel 9A para la AT 20A a través de la estación base 10A, el controlador 51 de la C-AGW 5 selecciona una nueva U-AGW que está ahora en el estado de carga más bajo y estima la carga de la nueva U-AGW en el caso de cambiar el punto final del túnel para designar, como el punto final del nuevo túnel, la dirección de la U-AGW que actúa como el punto final del túnel existente, a menos que la carga estimada satisfaga una condición predeterminada. La presente realización, por lo tanto, tiene una ventaja que el envío de paquetes de datos para la AT 20A se puede controlar continuamente por la misma U-AGW dentro de la AGW 4 incluso si la AT 20A se mueve.

En el paso de determinación de la condición de conmutación de la U-AGW, por ejemplo, la tasa de uso del almacenador temporal 573 se puede usar como valores L1 y L2 en lugar de la tasa de uso de la CPU 572 indicada en la tabla de estado de la U-AGW 57 en la FIG. 10. En este caso, se puede estimar un valor ΔL de la tasa de uso del almacenador temporal a ser ocupado por la AT 20A a partir del perfil de la QoS del usuario de la AT 20A en la tabla de información de la QoS 58, por ejemplo, a partir del valor del BW máximo o la clase de servicio. Como valores de L1 y L2, también es utilizable la tasa de uso del ancho de banda. En este caso, se puede estimar el estado de carga de dos U-AGW después de la conmutación del punto final del túnel aplicando el valor del BW máximo indicado por el perfil de la QoS del usuario a ΔL y los valores de la tasa de uso del ancho de banda incluidos como la otra información en la tabla de estado de la U-AGW 57 para L1 y L2.

5 El controlador 51 puede calcular los valores de estimación de los recursos de comunicación consumidos para cada una de las U-AGW proporcionadas en la AGW 4, almacenar los valores de estimación dentro de la tabla de estado de la U-AGW 57, y seleccionar una de las U-AGW cuyos recursos consumidos son los más pequeños como una nueva U-AGW. Los recursos consumidos para cada U-AGW se pueden obtener de la tabla de direcciones de la U-AGW 59 y la tabla de información de la QoS 58. Por ejemplo, en el caso en el que se adopte una cantidad total de anchos de banda máximos asegurados a las AT como la cantidad de recursos consumidos, el controlador 51 puede leer parejas plurales de ATID 591 y la dirección de la U-AGW 592 a partir de la tabla de direcciones de la U-AGW 59 una después de otra, recuperar el valor del BW máximo 582B correspondiente al ATID 591 a partir de la tabla de información de la QoS 58, y acumular el valor del BW máximo recuperado en la tabla de estado de la U-AGW 57 como la cantidad de recursos consumida que corresponde a la dirección de la U-AGW 592. En este caso, el controlador 51 puede estimar la carga $L+\Delta L$ de una nueva U-AGW en el caso de conmutar el punto final del túnel, aplicando el valor del BW máximo de la AT a ser traspasado a ΔL y determinar si se satisface o no la condición de conmutación de la U-AGW en base al valor de ΔL y la cantidad de recursos consumidos L de la U-AGW actual.

15 El controlador 51 puede contar el número de las AT que tienen la prioridad más alta 582A para cada U-AGW (dirección IP) y seleccionar una nueva U-AGW aplicando el número de las AT que tienen la prioridad más alta a la cantidad de recursos consumidos. Además, el controlador 51 puede seleccionar una nueva U-AGW que está en el estado de carga más bajo, teniendo en cuenta ambas de la información del estado de carga mostrada en la FIG. 10 notificada desde cada U-AGW y la cantidad de recursos de comunicación para cada U-AGW obtenida a partir de la tabla de direcciones de la U-AGW 59 mencionada anteriormente y la tabla de información de la QoS 58.

25 Cuando se recibe una petición de establecimiento del túnel para un túnel VoIP por la AGW 4 en el caso en el que alguna de la pluralidad de U-AGW que componen la AGW 4 están especialmente optimizadas, por ejemplo, para enviar los paquetes de datos de VoIP, el controlador 51 puede identificar la clase de servicio 582C indicada en el perfil de la QoS del usuario y seleccionar una nueva U-AGW que tiene la cantidad estimada más pequeña de recursos consumidos de un grupo de U-AGW optimizadas de VoIP. Aquí, la optimización de VoIP se realiza optimizando los componentes físicos o los componentes lógicos de la U-AGW. Optimizar los componentes físicos incluye, por ejemplo, aumentar la capacidad de la memoria de datos 63, acelerando el controlador (procesador) 61, acelerando la INF de la red 64, y así sucesivamente. Optimizar los componentes lógicos incluye, por ejemplo, especializar los componentes lógicos a ser almacenados en la memoria de programa 62, la adición de nuevas funciones de acuerdo con los tipos de servicio, y así sucesivamente.

35 La FIG. 16 muestra, como otra realización de la presente invención, un ejemplo de aplicación de la invención a un sistema de comunicación móvil que cumple con la LTE (Evolución de Largo Plazo) del 3GPP (Proyecto de Cooperación de 3ª Generación), el cual es un nuevo estándar de comunicación para los teléfonos móviles bajo estudio por la organización de estandarización 3GPP.

40 En el sistema de comunicación inalámbrico LTE, cada estación móvil 21 (21A, 21B, ...) se llama Equipo de Usuario (UE), cada estación base 11 (11A, 11B, 11C, ...) se llama Nodo B de E-UTRAN (eNB), y un aparato de control de sesiones 70 se llama Entidad de Gestión de Movilidad (MME).

45 En la FIG. 16, cada eNB 11 se conecta con una Pasarela de Servicio (S-GW) 4A y la MME 70 que pertenece a una red de acceso. La S-GW 4A es una pasarela de acceso (AGW) dotada con una función de envío de paquetes y control de encaminamiento. La S-GW 4A se conecta con la MME 70 que pertenece a la red de acceso, y se conecta a una Pasarela de Red de Datos Pública (P-GW) 4B, un Servidor Local de Abonado (HSS) 31, y una Función de Reglas de Tarificación y Políticas (PCRF) 32, cada una de las cuales pertenece a la red central 1. El HSS 31 es un nodo para almacenar la información de abonado y la PCRF 32 es un nodo para realizar una autenticación de usuario y el procesamiento de contabilización.

50 La S-GW 4A comprende una C-AGW 5A para el manejo de los mensajes de control y una pluralidad de U-AGW 6A-1 a 6A-n para enviar los datos de usuario. Como la C-AGW 5 en la primera realización, se proporciona la C-AGW 5A con la tabla de estado de la U-AGW 57, la tabla de información de la QoS 58, y la tabla de direcciones de la U-AGW 59. Cuando ocurre el traspaso del UE, la C-AGW 5A cambia la U-AGW para ser un punto final del túnel desde la U-AGW actual a una nueva U-AGW que está en el estado de carga más bajo solamente cuando se satisface una condición de conmutación de la U-AGW predeterminada.

55 La P-GW 4B es una pasarela dotada con una función de contabilización de la tarificación que depende de un nivel de servicio y una función de asignación de una dirección IP a cada UE 21. La P-GW 4B comprende una C-AGW 5B para manejar los mensajes de control y una pluralidad de U-AGW 6B-1 a 6B-n para enviar los datos de usuario. Como la C-AGW 5 en la primera realización, la C-AGW 5B también se dota con la tabla de estado de las U-AGW 57, la tabla de información de la QoS 58, y la tabla de direcciones de la U-AGW 59. Cuando ocurre el traspaso del UE, la C-AGW 5B cambia la U-AGW para ser un punto final del túnel a una nueva U-AGW que está en el estado de carga más bajo solamente cuando se satisface la condición de conmutación de la U-AGW.

65

La FIG. 17 ilustra un ejemplo de una secuencia de señalización para el establecimiento de los túneles para enviar los datos de usuario entre el UE 21A, el eNB 11A, la S-GW 4A y la P-GW 4B cuando se conecta el UE 21A a la red central 1.

5 Antes de transmitir un mensaje de petición de servicio, el UE 21A establece una conexión de RRC con un eNB 11A (SQ31). Cuando el UE 21A transmite un mensaje de petición de servicio al eNB 11A (SQ32a), el eNB 11A envía el mensaje de petición de servicio recibido a la MME 70 (SQ 32b). Tras recibir el mensaje de petición de servicio, la MME 70 asigna un identificador de llamada (MME_UE_SIAP_ID) distinto para cada UE al ID de usuario (UE-ID) especificado en el mensaje de petición de servicio recibido y notifica al UE 21A el identificador de llamada (SQ33).
 10 Mientras tanto, en la S-GW 4A, cada una de las U-AGW 6A-1 a 6A-m notifica periódicamente la C-AGW 5A de su información de estado de carga (SQ01). De manera similar, en la P-GW 4B, cada una de las U-AGW 6B-1 a 6B-m notifica periódicamente la C-AGW 5B de su información de estado de carga (SQ02).

15 Tras recibir el identificador de llamada (MME_UE_SIAP_ID) desde la MME 70, el UE 21A inicia un procedimiento de autenticación de acceso con el HSS 31 a través de la C-AGW 5A de la S-GW 4A (SQ34). En el procedimiento de autenticación de acceso, la C-AGW 5A de la S-GW 4A selecciona una U-AGW para ser conectada al UE 21A, por ejemplo, una U-AGW 6A-1 que está en el estado de carga más bajo mediante la referencia a la información del estado de carga de la U-AGW 6A-1 a 6A-m y notifica a la MME 70 la dirección IP de la U-AGW 6A-1 seleccionada como un punto de conexión del UE 21A (SQ35).

20 Por otra parte, en la P-GW 4B, la C-AGW 5B selecciona una U-AGW a ser asignada al UE 21A, por ejemplo, un U-AGW 6B-1 que está en el estado de carga más bajo mediante la referencia a la información de estado de carga de las U-AGW 6B-1 a 6B-m. La dirección IP de la U-AGW 6B-1 seleccionada se notifica como un punto de conexión del UE 21A desde la C-AGW 5B a la C-AGW 5A de la S-GW 4A (SQ36).

25 Tras recibir el punto de conexión del UE 21A desde la S-GW 4A, la MME 70 notifica al eNB 11A del punto de conexión transmitiendo un mensaje de Petición de Establecimiento del Contexto Inicial del S1-AP (Protocolo de Aplicaciones S1) que es un protocolo de la capa de aplicaciones entre el eNB y la MME (SQ37). El eNB 11A solicita al UE 21A para establecer un Portador de Radio de Datos (DRB) y un Portador de Radio de Señalización (SRB) transmitiendo un mensaje de Configuración de Conexión RRC (SQ38).

30 Tras recibir el mensaje de Configuración de Conexión RRC, el UE 21A establece un túnel (enlace ascendente) de enlace opuesto hacia el eNB 11A (SQ39a). Entonces, el eNB 11A establece un túnel de enlace opuesto hacia la U-AGW 6A-1 (SQ39b) y la U-AGW 6A-1 establece un túnel de enlace opuesto hacia la U-AGW 6B-1 (SQ39a), por el cual el UE 21A convierte los datos del enlace ascendente transmisibles.

35 El UE 21A que ha establecido el túnel de enlace opuesto transmite un mensaje de Terminación de la Configuración de Conexión RRC al eNB 11A (SQ40). Tras recibir el mensaje de Terminación de Configuración de la Conexión RRC, el eNB 11A transmite un mensaje de Terminación del Establecimiento del Contexto Inicial que indica la dirección IP del eNB 11A a la MME 70 (SQ41). La MME 70 notifica al C-AGW 5A en la S-GW 4A la dirección IP del eNB 11A transmitiendo un mensaje de Petición de Portador de Actualización (SQ42). Tras recibir el mensaje de Petición del Portador de Actualización desde la MME 70, la C-AGW 5A devuelve un mensaje de respuesta (Respuesta del Portador de Actualización) a la MME 70 (SQ44).

40 Después de establecer el túnel (enlace ascendente) del enlace opuesto entre la U-AGW 6A-1 y la U-AGW 6B-1 en SQ 39a, la U-AGW 6B-1 establece un túnel (enlace descendente) de enlace directo hacia la U-AGW 6A-1 (SQ43a), la U-AGW 6A-1 establece un túnel de enlace directo hacia el eNB 11A (SQ43b), y el eNB 11A establece un túnel de enlace directo hacia el UE 21A (SQ43c), por el cual la transmisión de datos del enlace descendente desde la U-AGW 6B-1 al UE 21A llega a ser posible. Entonces, como se indica por SQ45a a SQ45c, el UE 21A transita dentro del estado capaz de comunicar datos de usuario con un UE correspondiente conectado a la red central 1, a través de los túneles establecidos entre el e-NB 11A, el U-AGW 6A-1 y la U-AGW 6B-1.

45 Cuando el UE 21A se ha movido dentro del área de cobertura de otro eNB 11B desde el área de cobertura del eNB 11A, la secuencia similar a la FIG. 17 se realiza por el eNB 11B, la MME 70, la S-GW 4A, y la P-GW 4B a su vez. En este caso, cada una de las C-AGW 6A-1 y 6B-1 decide la U-AGW para ser el punto final del túnel, de manera similar a la primera realización, determinando si se satisface la condición de conmutación de la U-AGW.

50 Como es evidente de las realizaciones anteriormente descritas, la C-AGW de acuerdo con la presente invención selecciona, en respuesta a una petición de establecimiento del túnel, una nueva U-AGW que está en el estado de carga más bajo de entre una pluralidad de las U-AGW que pertenecen a la misma AGW, pero cuando sucede el traspaso de la AT (o UE) en asociación con la petición de establecimiento del túnel, la C-AGW estima el estado de carga de la nueva U-AGW en el caso de conmutar el punto final del túnel para designar la nueva U-AGW como el punto final del túnel solamente cuando el estado de carga estimado de la nueva U-AGW satisface una condición de conmutación predeterminada.

65

5 De acuerdo con la presente invención, debido a que la U-AGW actual se asigna como el punto final del túnel después del traspaso de la AT a menos que el estado de carga estimado de la nueva U-AGW satisfaga la condición de conmutación, se puede realizar el envío de paquetes para la AT después del traspaso por la misma U-AGW continuamente. En el caso en el ha sido cambiado que el punto final del túnel, se puede lograr la distribución de carga óptima entre las U-AGW.

10 La presente invención también se puede aplicar a otros sistemas de comunicación inalámbricos tales como WiMax, además de los sistemas de comunicación inalámbricos UMB del 3GPP2 y el sistema de comunicación inalámbrico LTE del 3GPP presentado en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una pasarela de acceso (AGW 4) a ser situada entre una pluralidad de estaciones base (10) para la comunicación inalámbrica con las estaciones móviles (20) y una red central (1), que comprende una unidad de pasarela de acceso del plano de control C-AGW (5) para el control de la comunicación de los mensajes de control con cada una de dicha pluralidad de estaciones base (10) a través de una red de acceso (8), y una pluralidad de unidades de pasarela de acceso del plano de usuario U-AGW (6) para enviar los datos, cada una de las cuales U-AGW (6) que se adaptan para comunicar los paquetes de datos con dicha pluralidad de estaciones base a través de la red de acceso,
- 5 **caracterizada porque** dicha C-AGW (5) comprende:
- 10 una primera tabla de gestión (57) para indicar la información del estado de carga (572, 573, 574) de cada U-AGW (6) en asociación con una dirección (571) de cada U-AGW;
- 15 una segunda tabla de gestión (59) para incluir una pluralidad de entradas de tabla cada una de las cuales indica, en asociación con un identificador de la estación base (591), una dirección (593) de una de dichas estaciones base (10) y una dirección (592) de una de dichas U-AGW (6) para ser los puntos finales de un túnel; y
- 20 un controlador (51) para recuperar desde dicha primera tabla de gestión (57) la dirección de una nueva U-AGW que está en el estado de carga más bajo, cuando un mensaje de petición de establecimiento del túnel (80) que incluye un identificador de la estación base (83) fue recibido desde una de dichas estaciones base, y devolver a la estación base un mensaje de respuesta (90) que designa la dirección de la nueva U-AGW como un punto final del túnel (94), en la que dicho controlador (51) incluye:
- 25 los primeros medios (202, 213, 213) para buscar la segunda tabla de gestión (59) para una entrada de tabla objetivo que indica las direcciones de la estación base y la U-AGW actual que son los puntos finales de un túnel existente que corresponde con el identificador de la estación móvil (83) especificado en el mensaje de petición de establecimiento del túnel, que registra una nueva entrada de tabla que indica, en asociación con el identificador de la estación móvil, la dirección de la estación base y la dirección de la nueva U-AGW para la segunda tabla de gestión (59) cuando la entrada de la tabla objetivo no está registrada en la segunda tabla de gestión (59), y devolver el mensaje de respuesta (90) que designa la dirección de la nueva U-AGW como el punto final del túnel (94) a la estación base;
- 30 y
- 35 los segundos medios (14-206A, 206B) para la estimación del estado de carga de la nueva U-AGW en caso de que el punto final del túnel para la estación móvil fue cambiado de una U-AGW actual a la nueva U-AGW cuando la entrada de la tabla objetivo ya ha sido registrada en la segunda tabla de gestión (59), juzgando si una condición predeterminada se satisface entre el estado de carga estimado de la nueva U-AGW y el estado de carga (572, 573, 574) de la U-AGW actual indicada en dicha primera tabla de gestión (57), y designar como el punto final del túnel en el mensaje de respuesta (90) la dirección de la nueva U-AGW si el estado de carga estimado satisface la condición predeterminada, y la dirección de la U-AGW actual si el estado de carga estimado no satisface la condición predeterminada.
- 40
- 45 2. La pasarela de acceso de la reivindicación 1, en la que los segundos medios (14-206A, 206B) del controlador (51) de dicha C-AGW (5) se adapta, cuando el estado de carga estimado de la nueva U-AGW (6) no satisface la condición predeterminada, para reescribir la dirección de la estación base (593) en dicha entrada de la tabla objetivo registrada en dicha segunda tabla de gestión (59) a la dirección de la estación base que ha transmitido el mensaje de petición de establecimiento del túnel (80).
- 50
- 55 3. La pasarela de acceso de la reivindicación 1 o 2, en la que dichos primeros medios del controlador (51) de dicha C-AGW (5) se adaptan, en caso de que dicho mensaje de petición de establecimiento del túnel (80) solicita establecer un segundo túnel para ser coexistente con un primer túnel que se usa por la estación móvil que tiene dicho identificador de la estación móvil, para registrar en dicha segunda tabla de gestión (59) una nueva entrada de tabla que indica, en asociación con el identificador de la estación móvil especificada en el mensaje de petición de establecimiento del túnel, la dirección de la estación base que ha transmitido el mensaje de petición de establecimiento del túnel (80) y la dirección de la U-AGW (6) designada como el punto final del túnel en dicho mensaje de respuesta (90).
- 60
- 65 4. La pasarela de acceso de cualquier Reivindicación precedente, en la que dicha C-AGW (5) tiene una tercera tabla de gestión (58) que incluye una pluralidad de entradas de tabla, cada una de las cuales indica, en asociación con un identificador de estación móvil (581), la información de la calidad de la comunicación (582) a ser asegurada a una estación móvil que tiene el identificador de estación móvil; y dichos segundos medios (14-206A, 206B) del controlador (51) de dicha C-AGW (5) se adaptan para buscar la tercera tabla de gestión (58) para la información de la calidad de la comunicación (582) correspondiente al identificador de la estación móvil especificado en dicho mensaje de petición de establecimiento del túnel (80) y

estima dicho estado de carga de la nueva U-AGW (6) en caso de cambiar el punto final del túnel, en base a la información de la calidad de la comunicación (582) y la información del estado de carga (572, 573, 574) de la nueva U-AGW indicada en dicha primera tabla de gestión (57).

- 5 **5.** La pasarela de acceso de la reivindicación 4, en la que el controlador (51) de dicha C-AGW (5) tiene medios para recoger la información del estado de carga periódicamente de cada una de dicha pluralidad de U-AGW y almacenar la información del estado de carga en dicha primera tabla de gestión (57).
- 10 **6.** La pasarela de acceso de la reivindicación 4, en la que el controlador (51) de dicha C-AGW (5) tiene medios para actualizar la información del estado de carga de cada una de dichas U-AGW (6) almacenadas en dicha primera tabla de gestión (57) en base a dicha segunda tabla de gestión (59) y dicha tercera tabla de gestión (58).
- 15 **7.** Un sistema de comunicación móvil que comprende una pluralidad de estaciones base (10) para la comunicación inalámbrica con las estaciones móviles (20) y la pasarela de acceso (AGW 4) de cualquier reivindicación precedente conectada a una red central (1), en el que los túneles (9) para enviar los paquetes de datos se establecen entre cada una de las estaciones base y la AGW (4).

FIG. 1

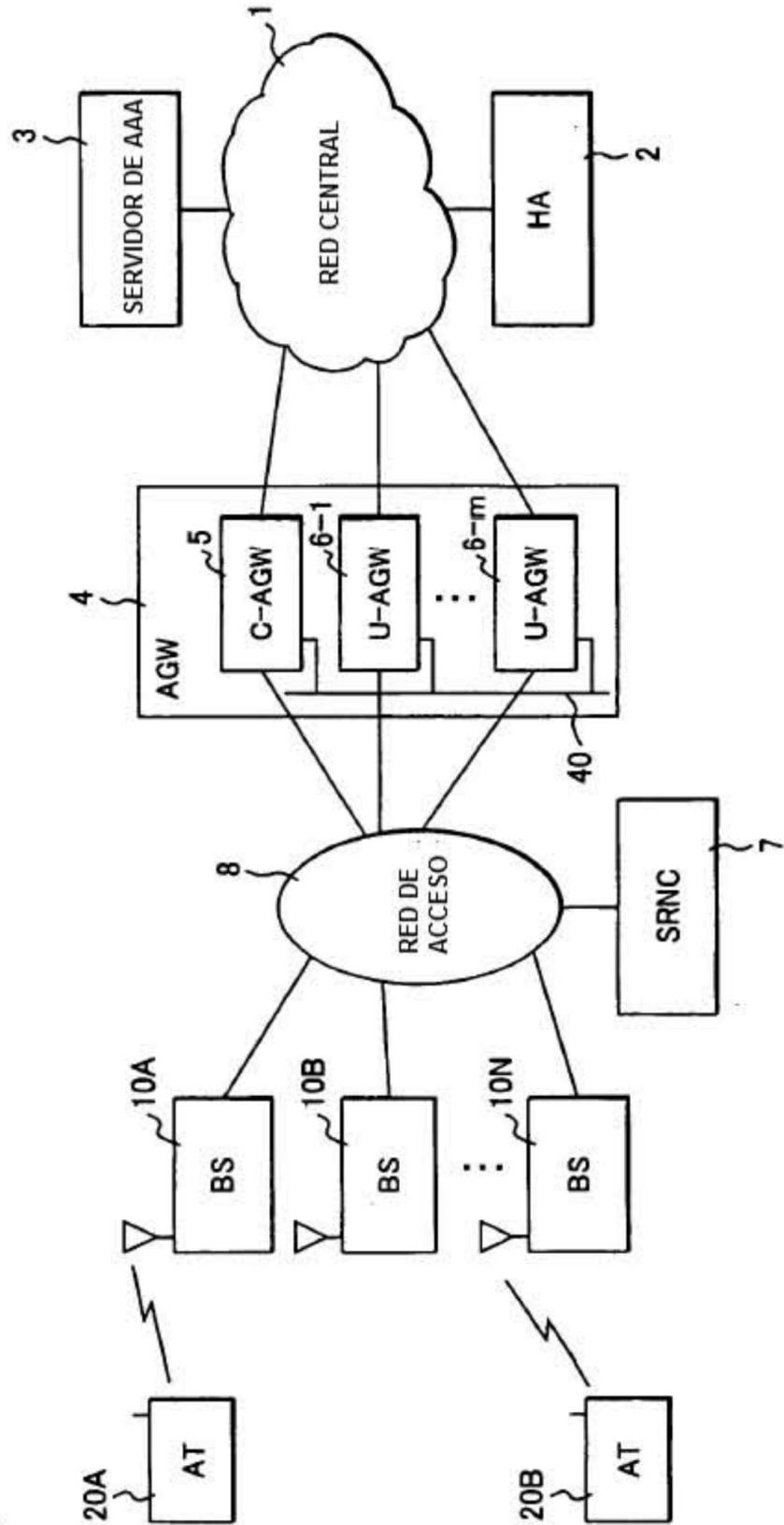


FIG. 2

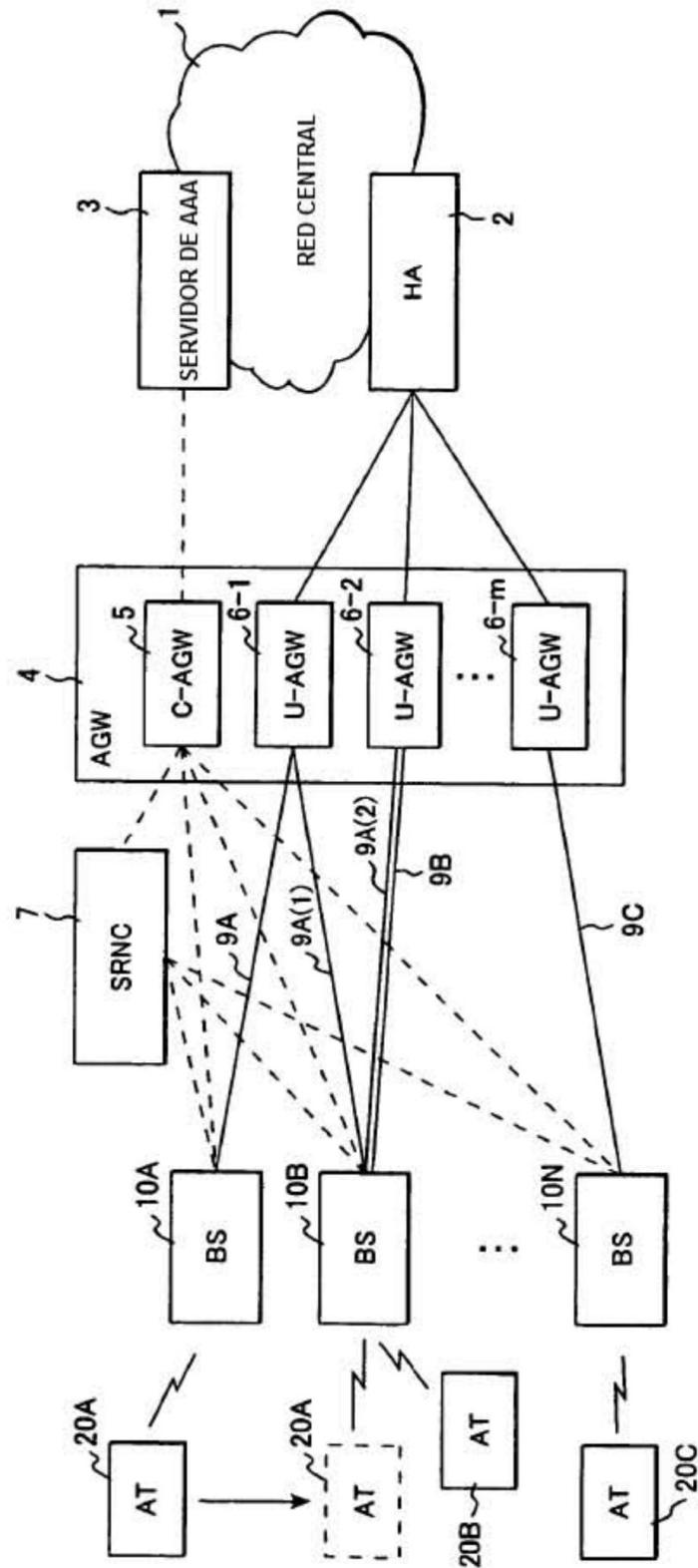
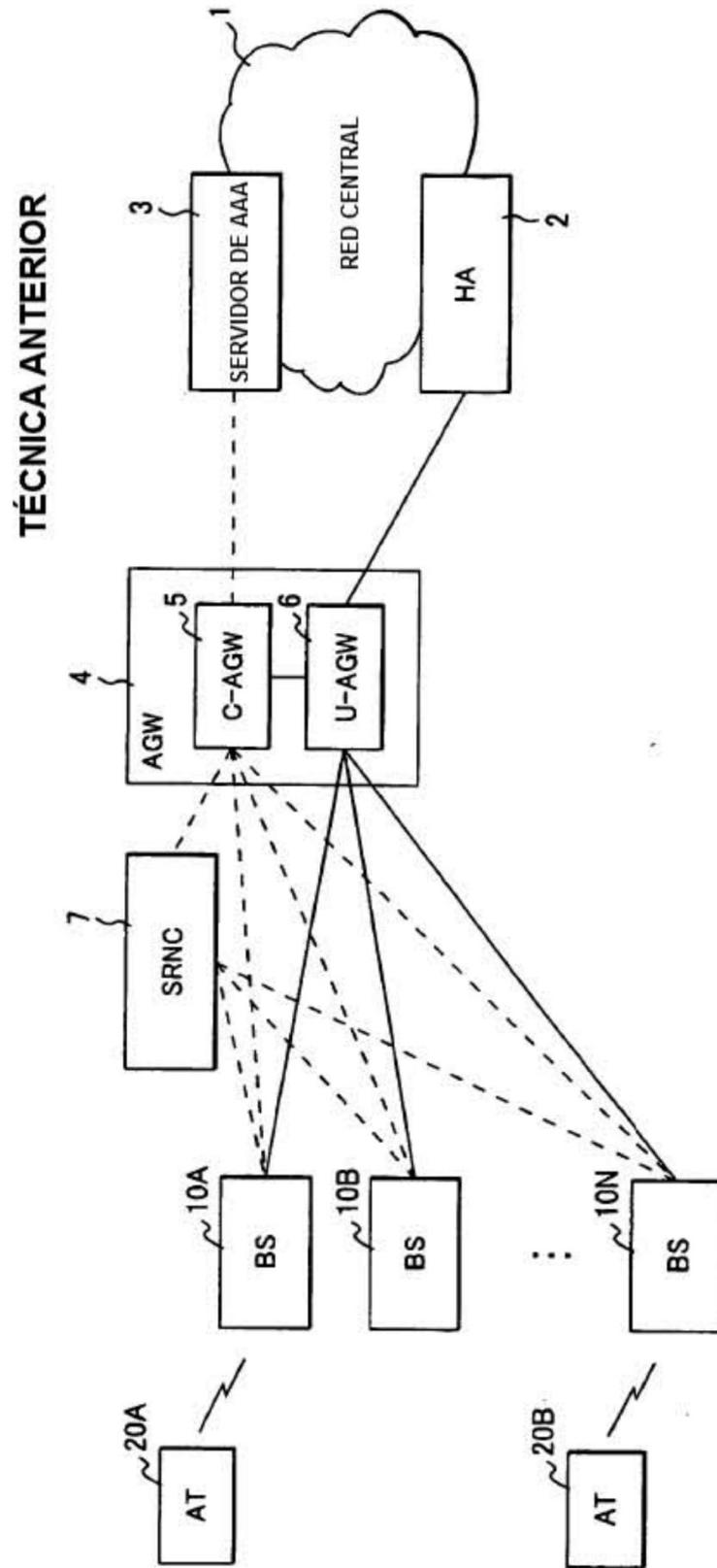


FIG. 3



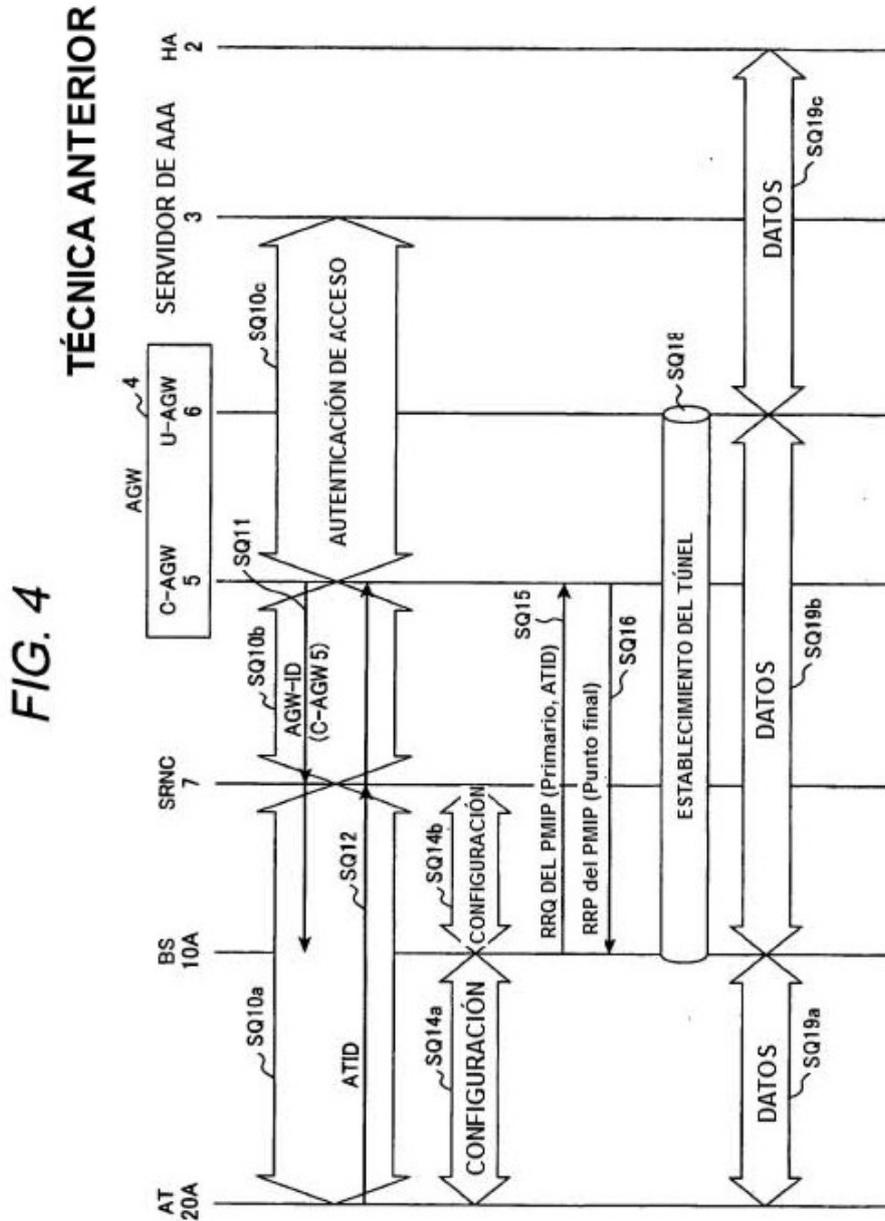


FIG. 5

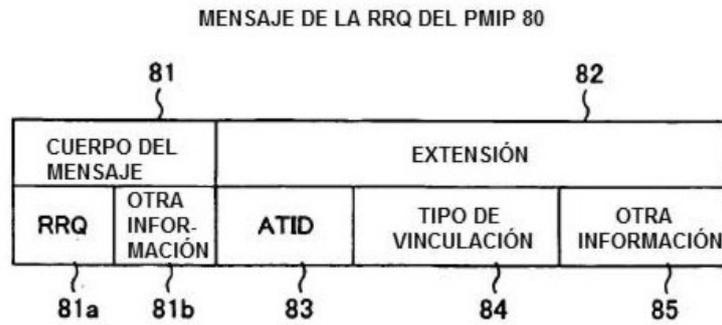


FIG. 6

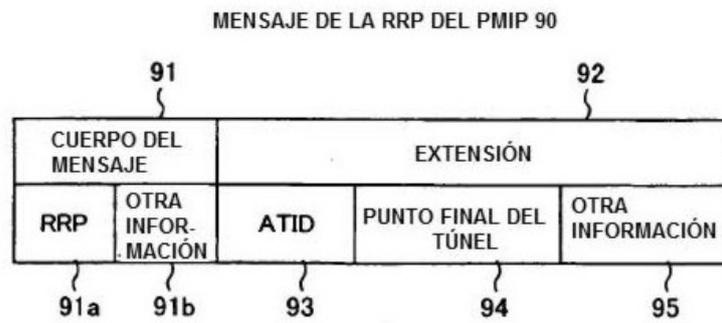


FIG. 7

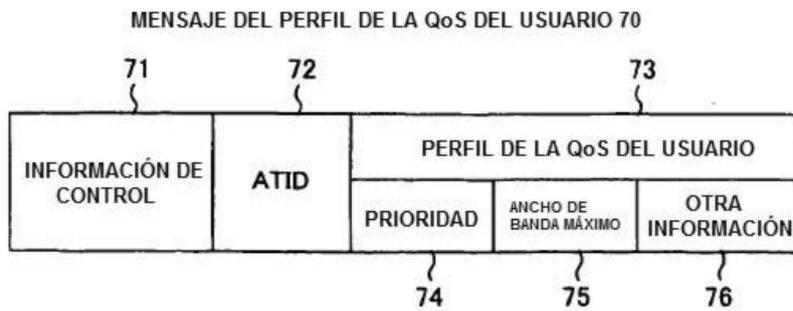


FIG. 8

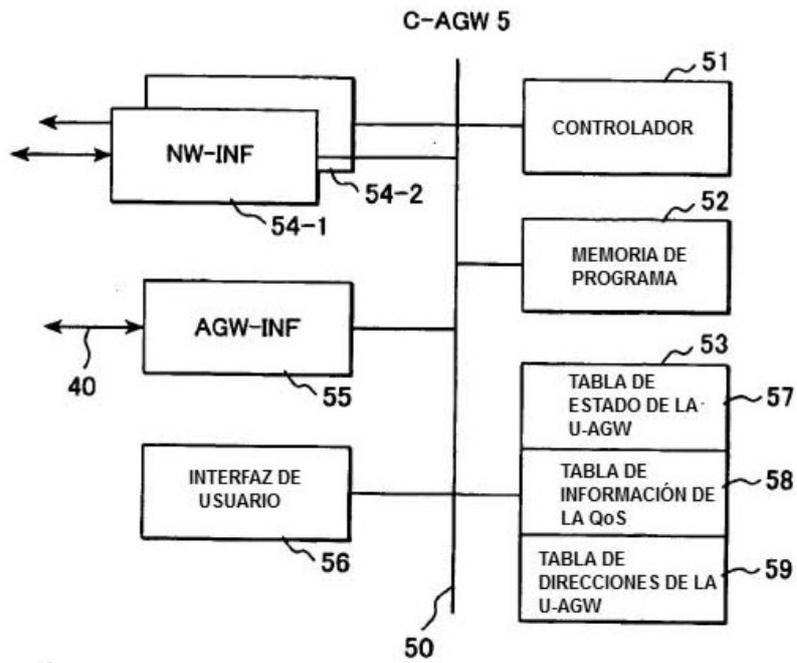


FIG. 9

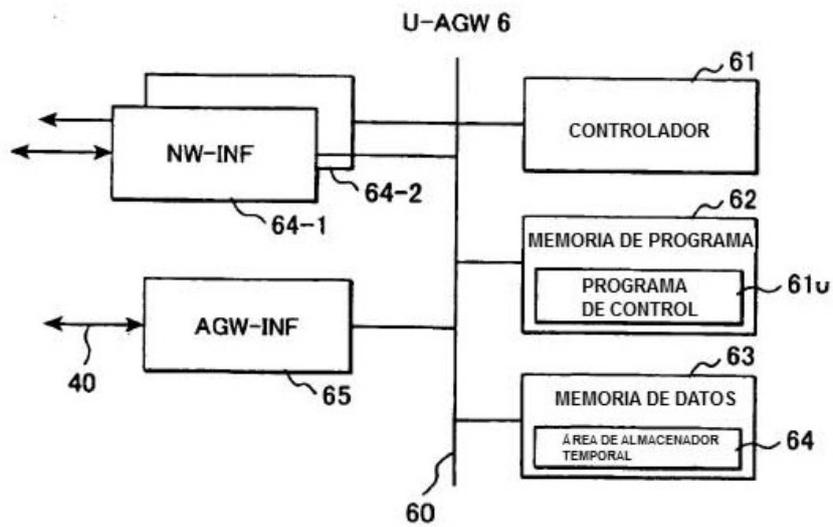


FIG. 10

TABLA DE ESTADO DE LA U-AGW 57

571	572	573	574
DIRECCIÓN DE LA U-AGW	TASA DE USO DE LA CPU	TASA DE USO DEL ALMACENADOR TEMPORAL	OTRA INFORMACIÓN
IP6-1	xxxx	xxxx	xxxx
IP6-2	xxxx	xxxx	xxxx
⋮	⋮	⋮	⋮
IP6-m	xxxx	xxxx	xxxx

FIG. 11

TABLA DE INFORMACIÓN DE LA QoS 58

581	582			
	PERFIL DE LA QoS DEL USUARIO			
ATID	PRIORIDAD	ANCHO DE BANDA MÁXIMO	CLASE DE SERVICIO PERMITIDA	TASA DE OCUPACIÓN DE LA CPU MÁXIMA
AT20A	1	xxxx	xxxx	xxxx
AT20B	2	xxxx	xxxx	xxxx
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	582A	582B	582C	582D

FIG. 12

TABLA DE DIRECCIONES DE LA U-AGW 59

591 ATID	592 DIRECCIÓN DE LA U-AGW	593 DIRECCIÓN DE LA BS	594 TIPO DE VINCULACIÓN
AT20A	IP6-1	IP10A	PRIMARIO
AT20B	IP6-2	IP10B	PRIMARIO
⋮	⋮	⋮	⋮

EN1

EN2

FIG. 13

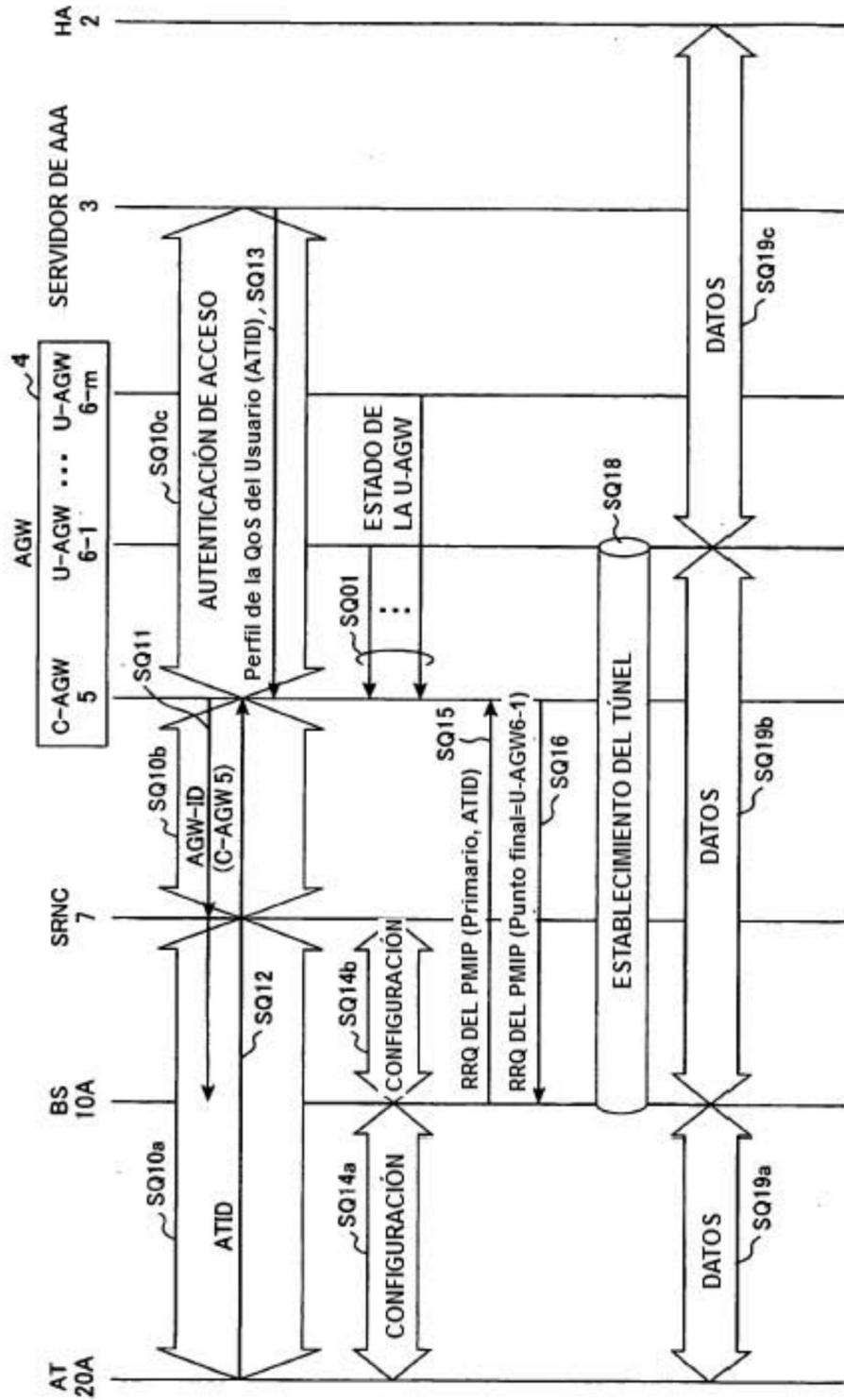


FIG. 14

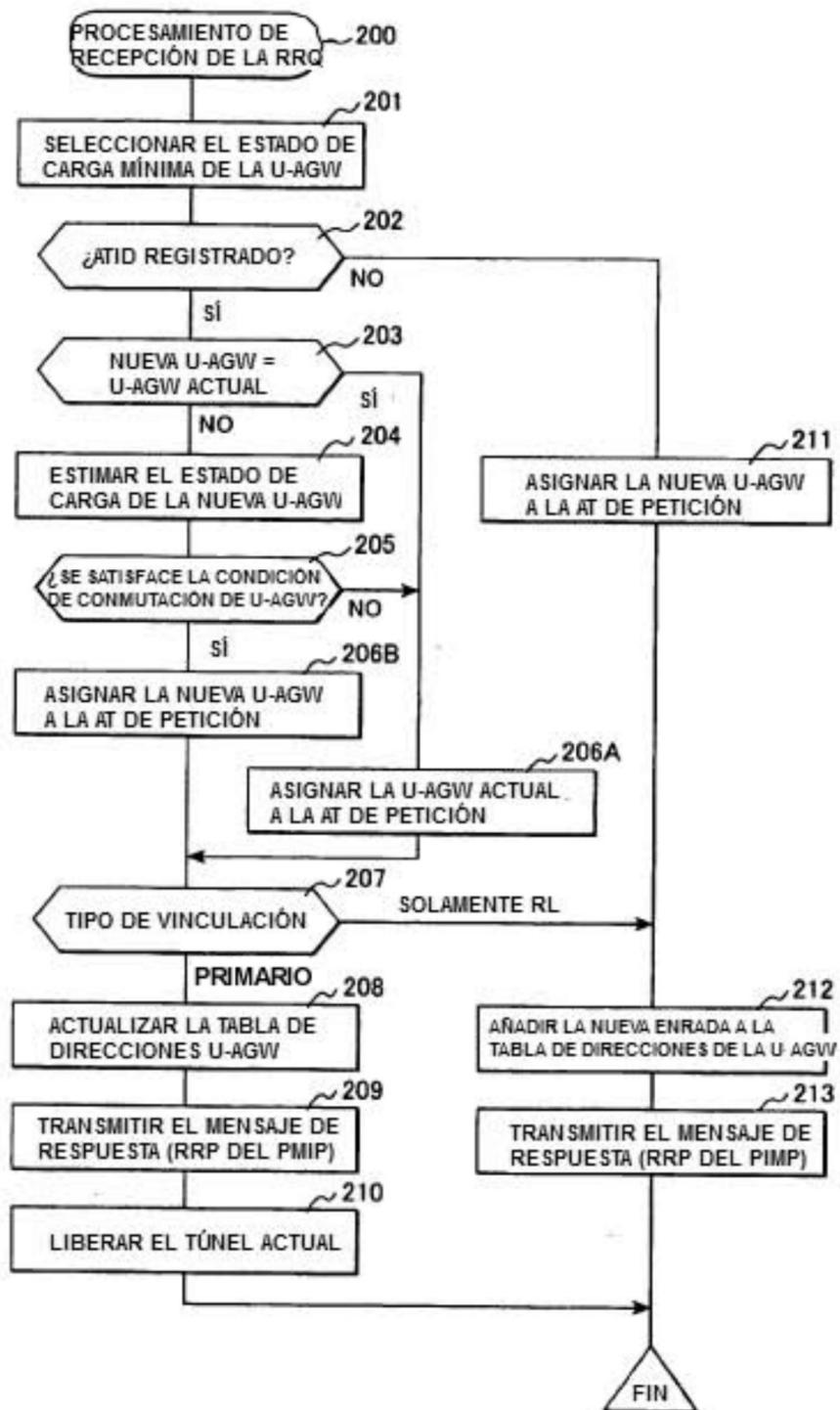


FIG. 15

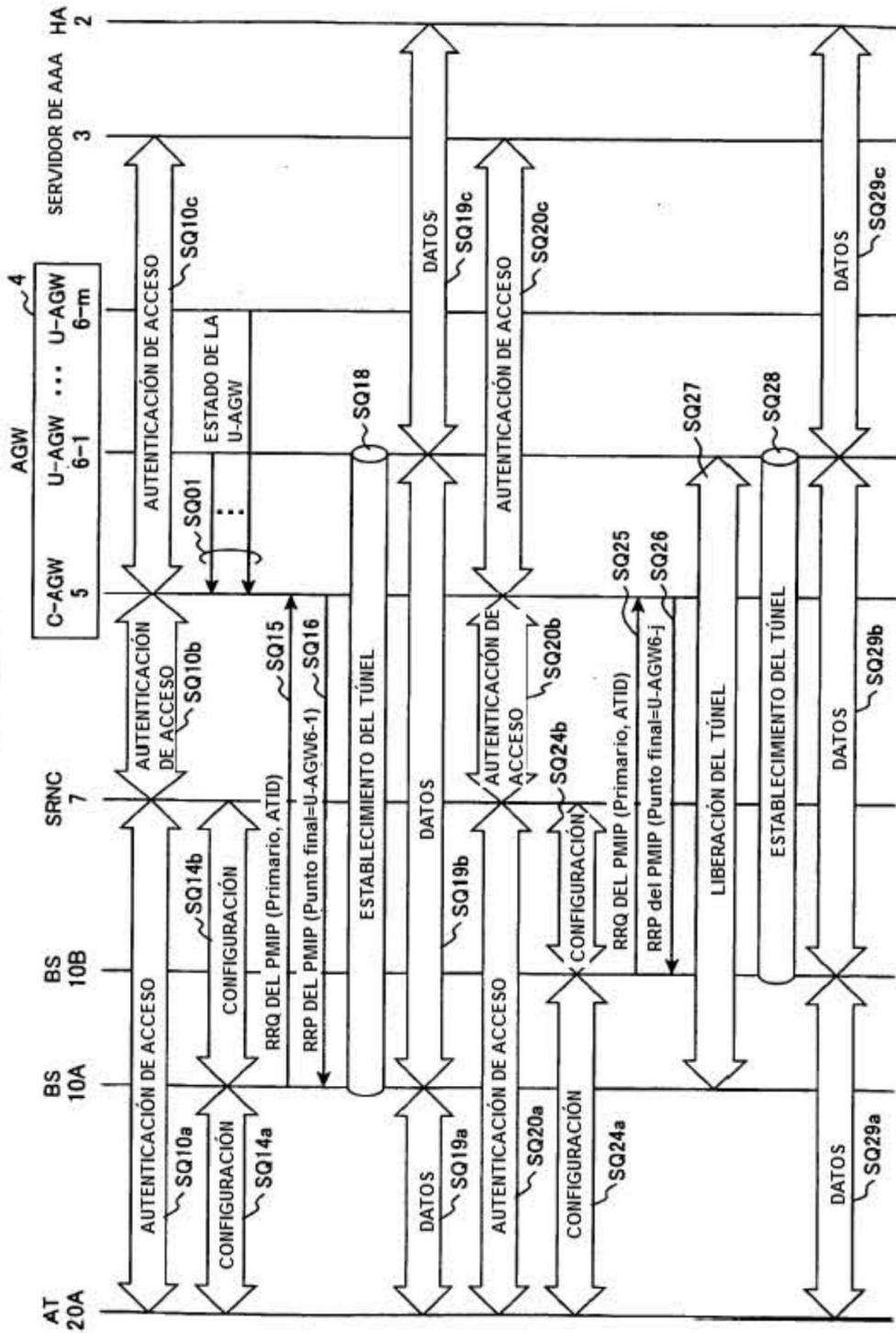


FIG. 16

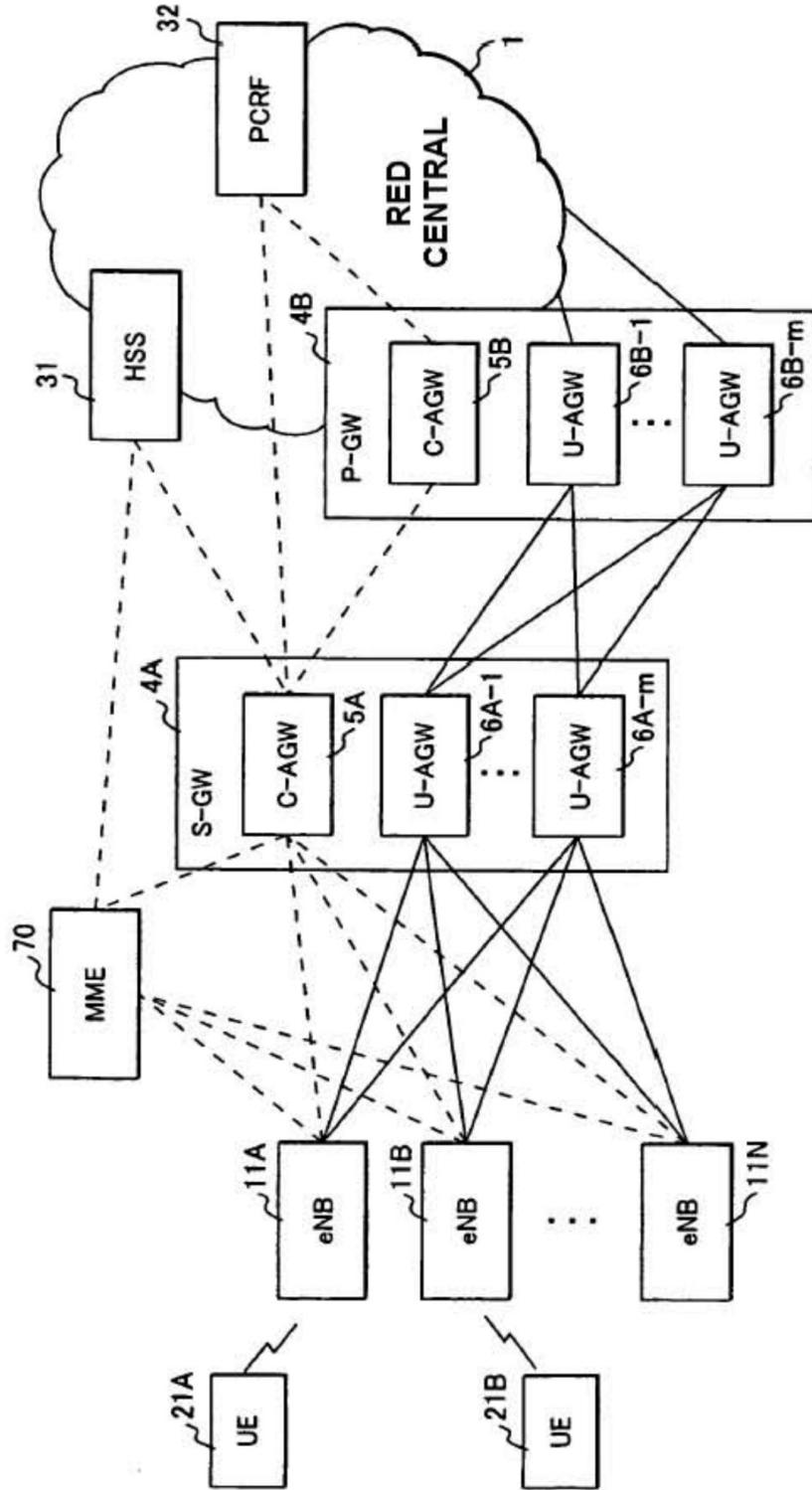


FIG. 17

