

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 242**

51 Int. Cl.:

H04W 8/20 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2014** **E 14155322 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019** **EP 2773140**

54 Título: **Autenticación de un dispositivo en un vehículo usando SIM virtual**

30 Prioridad:

27.02.2013 GB 201303430

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

08.06.2020

73 Titular/es:

**NOMAD DIGITAL LIMITED (100.0%)
The Place, 8th Floor, High Holborn
London WC1V 7AA, GB**

72 Inventor/es:

BARKER, NICK

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 765 242 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

Autenticación de un dispositivo en un vehículo usando SIM virtual

5 La presente invención se refiere a un método de provisión de conectividad a un vehículo.

10 Con la mayor portabilidad de los ordenadores, y la creciente complejidad de dispositivos móviles tal como teléfonos móviles y ordenadores portátiles, existe una creciente demanda de conectividad mientras se está en movimiento permitiendo, por ejemplo, conexión con otros dispositivos y la Internet. Una respuesta a esta demanda se basa en dispositivos que tienen capacidades de telecomunicaciones de largo alcance incorporadas, tal como dispositivos que hacen uso de redes de telefonía móviles. Mientras tales soluciones pueden ser efectivas, habitualmente sufren de problemas de bajo ancho de banda y cobertura geográfica incompleta. El problema de bajo ancho de banda es un problema particular cuando un usuario desea acceder a contenido que comprende una gran cantidad de datos (por ejemplo, contenido de video). El problema de cobertura geográfica incompleta es particularmente problemático cuando un usuario se está moviendo, dado que la comunicación de datos puede interrumpirse cuando se pierde una señal (por ejemplo, cuando un tren entra en un túnel).

20 Un método alternativo de provisión de conectividad de datos a dispositivos móviles se basa en el uso de puntos de acceso. Tales puntos de acceso pueden proporcionarse, por ejemplo, en edificios públicos tal como bibliotecas y cafeterías, y pueden accederse mediante dispositivos informáticos móviles que se ubican dentro de un alcance predeterminado del punto de acceso. Una tecnología común usada para permitir que dispositivos informáticos móviles se conecten a tales puntos de acceso se especifica por la norma 802.11 de IEEE, y se denomina comúnmente como WiFi. El uso de puntos de acceso de esta manera es ventajoso en que permite que se establezcan conexiones con mayor ancho de banda.

25 Las limitaciones de sistemas basados en la conexión de dispositivos móviles a redes de telefonía móviles han conducido a la propuesta de que vehículos de transporte público, tales como trenes o autobuses, pueden estar provistos de forma beneficiosa de puntos de acceso inalámbrico, de tal forma que puede proporcionarse conectividad de datos a dispositivos informáticos móviles usados por pasajeros que viajan en el vehículo.

30 Más potencia está disponible en el vehículo que en un dispositivo informático móvil, lo que significa que sistemas adaptados a vehículos generalmente pueden soportar mayores antenas de mayor ganancia que las que se instalan generalmente en dispositivos de usuario portátiles tal como teléfonos móviles.

35 Adicionalmente, puede usarse mayor potencia de cálculo en el procesamiento de señales en un dispositivo asociado con un vehículo dado que espacio para dispositivos de procesamiento más grandes y más potentes.

40 Pueden usarse diferentes tipos de enlaces de comunicación para proporcionar comunicación de datos a un vehículo, de forma separada o juntos, apropiados para las ubicaciones a través de las cuales viaja el vehículo. Adicionalmente, si se conoce la ruta de un vehículo, los enlaces de comunicación pueden gestionarse para proporcionar un mayor nivel de servicio con mayor ancho de banda, menores latencias y menores pérdidas de conexión que si las comunicaciones se hicieran directamente a usuarios individuales usando una red de telefonía móvil. Se deduce que la provisión de un punto de acceso inalámbrico a bordo de un vehículo tiene considerables ventajas. Tal provisión, sin embargo, conlleva desafíos.

45 Se conoce que vehículos se conecten a estaciones base a lo largo de una ruta conocida, por ejemplo, a lo largo de una vía ferroviaria. Las estaciones base pueden situarse específicamente para vehículos que viajan a lo largo de esa ruta, o pueden ser estaciones base de operadores de redes móviles. Se conoce adicionalmente que el vehículo se conecta, a través de las estaciones base conectadas, a un servidor doméstico. El servidor doméstico puede conectarse a la Internet a través de medios estándar, por ejemplo, a través de cable o a través de una línea digital de abonado (DSL). Una unidad de control de comunicación se sitúa en el vehículo. A medida que el vehículo viaja a lo largo de la ruta, la unidad de control de comunicación se conecta inalámbricamente a una estación base particular. De esta manera, la unidad de control de comunicación puede conectarse a la Internet a través del servidor doméstico, encaminado a través de las estaciones base y cualquier dispositivo intermedio en la red. La unidad de control de comunicación se adapta para distribuir la conexión de Internet a dispositivos dentro del vehículo, permitiendo que se conecten usuarios a la Internet mientras que están a bordo del vehículo.

60 Para conectar a estaciones base proporcionadas por un operador de red móvil, se requiere que un módulo de identidad de abonado (SIM) autentique la unidad de control de comunicación con ese operador de red móvil. Ya que operadores de red a menudo no tienen cobertura geográfica completa, y dado que vehículos a menudo viajan entre países, es deseable en general poder conectarse a una pluralidad de diferentes proveedores de red. Generalmente esto no puede conseguirse usando una única SIM. Este problema es particularmente grave donde un vehículo cruza fronteras entre países, donde los operadores de red pueden diferir.

65 Además, muchas redes de telefonía móviles especifican límites máximos de uso de datos para SIM particulares, en las que exceder el límite máximo de uso de datos puede resultar en una incapacidad para enviar o recibir datos

adicionales, interrumpiendo la provisión de conectividad a usuarios a bordo del vehículo. Donde un operador de red permite que se envíen y reciban datos más allá del límite máximo de uso de datos, a menudo se imponen fuertes sanciones económicas. De nuevo, este problema es particularmente grave donde un vehículo opera en diferentes áreas geográficas, como el uso de los servicios de datos de un operador de red nacional con un SIM que pertenece a un operador de red de un país diferente (es decir, "itinerancia de datos") también a menudo conlleva cargos muy elevados.

Una solución es transportar un gran número de SIM a bordo del vehículo. De esta manera, pueden usarse diferentes SIM en diferentes áreas, asegurando de este modo la conectividad. Es posible adicionalmente cesar el uso de un SIM antes de exceder un límite máximo de uso de datos, y empezar a usar otro de los SIM. Para usar los SIM adicionales, sin embargo, también es necesario transportar un número suficiente de módems, junto con un gran número de antenas, separadores y divisores requeridos para soportar apropiadamente los módems. Esto resulta en mayores requisitos de costes, complejidad y mantenimiento.

Los problemas anteriores se amplifican cuando se consideran flotas de vehículos. Como cada SIM se transporta a bordo del vehículo, incluso una flota de vehículos modesta requeriría un número difícil de manejar de SIM, y equipo asociado.

Otra solución es usar medios de conexión distintos de los proporcionados por operadores de redes móviles, tal como redes WiFi o WiMax que pueden no requerir autenticación usando SIM. Sin embargo, mientras tales redes pueden ser beneficiosas para proporcionar conectividad de red en áreas predefinidas especificadas, tal como estaciones, tales redes no están ampliamente disponibles para las rutas a lo largo de las cuales generalmente viajan vehículos. Como tal, no puede confiarse en las mismas, solas, para proporcionar conectividad a un vehículo.

La publicación de patente PCT n.º WO2004/082314 A2 describe un método para transmitir los datos de identificación de una tarjeta de conexión desde un ordenador central a un terminal de radio móvil.

Es un objetivo de las realizaciones de la invención evitar o mitigar al menos algunos de los problemas anteriormente señalados. La invención se expone mediante las reivindicaciones adjuntas. De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de provisión de conectividad a un vehículo, que comprende en un primer dispositivo a bordo del vehículo: establecer al menos una primera conexión con al menos una primera red, permitiendo la al menos una primera conexión comunicación con un segundo dispositivo remoto del primer dispositivo; transmitir a través de la al menos una primera conexión una petición de asignación al segundo dispositivo; recibir a través de la al menos una primera conexión una respuesta de asignación desde el segundo dispositivo, indicando la respuesta de asignación un primer dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación remotos del primer dispositivo; y establecer una segunda conexión con una segunda red y autenticar el primer dispositivo en la segunda red usando el primer dispositivo de autenticación.

De esta manera, el vehículo puede hacer uso eficiente de una pluralidad de dispositivos de autenticación, que pueden asignarse al vehículo dependiendo de los requisitos de vehículos, sin que el vehículo transporte una pluralidad de dispositivos de autenticación y equipo asociado.

Comunicaciones entre el primer dispositivo y el primer dispositivo de autenticación para autenticar el primer dispositivo en la segunda red pueden ser a través de la al menos una primera conexión.

Establecer una segunda conexión con una segunda red y autenticar el primer dispositivo en la segunda red puede comprender transmitir una petición de conexión a un cuarto dispositivo en la segunda red; recibir en respuesta a la petición de conexión un primer testigo de autenticación; transmitir el primer testigo de autenticación al primer dispositivo de autenticación; recibir un segundo testigo de autenticación desde el primer dispositivo de autenticación; y transmitir el segundo testigo de autenticación al cuarto dispositivo.

El método puede comprender adicionalmente seleccionar una de una pluralidad de segundas redes y la petición de asignación puede comprender una indicación de la seleccionada de la pluralidad de segundas redes. El primer dispositivo de autenticación puede asociarse con la seleccionada de la pluralidad de segundas redes.

La selección de una de la pluralidad de segundas redes puede basarse en respectivas intensidades de señal de la pluralidad de segundas redes.

El segundo testigo puede comprender un resultado de firmar el primer testigo firmado con una clave mantenida por el primer dispositivo de autenticación. Por ejemplo, el primer dispositivo de autenticación puede mantener una clave criptográfica secreta, y tras la recepción del primer testigo de autenticación, puede firmar el primer testigo de autenticación con la clave criptográfica secreta para generar el segundo testigo de autenticación.

El primer dispositivo de autenticación puede ser un módulo de identidad de abonado (SIM). Ambas o cualquiera de la primera y segunda redes pueden ser redes GSM.

5 La primera conexión puede establecerse usando un segundo dispositivo de autenticación coubicado con el primer dispositivo. Es decir, el dispositivo puede comprender uno o más dispositivos de autenticación que pueden usarse para autenticar el primer dispositivo en una red. Establecer la primera conexión puede comprender seleccionar dicho segundo dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación coubicados con el primer dispositivo.

10 El método puede comprender adicionalmente determinar una ubicación geográfica. La petición de asignación puede comprender una indicación de la ubicación geográfica determinada. La ubicación geográfica puede ser una ubicación geográfica actual del primer dispositivo, o puede ser una ubicación geográfica anticipada o futura conocida del primer dispositivo. El primer dispositivo de autenticación puede asociarse con la ubicación geográfica determinada. De esta manera, el dispositivo de autenticación es apropiado para la ubicación geográfica determinada, si esta es una ubicación geográfica actual o futura.

15 La respuesta de asignación puede indicar un tercer dispositivo de autenticación de la pluralidad de dispositivos de autenticación remotos al primer dispositivo y el método puede comprender adicionalmente establecer una tercera conexión con una tercera red y autenticar el primer dispositivo en la tercera red usando el tercer dispositivo de autenticación.

20 Establecer una segunda conexión puede comprender conmutar entre un primer estado en el que un primer módem del primer dispositivo usa un dispositivo de autenticación coubicado con el primer dispositivo a un segundo estado en el que el primer módem usa el primer dispositivo de autenticación.

25 En el segundo estado un segundo módem del primer dispositivo puede usar un segundo dispositivo de autenticación coubicado con el primer dispositivo y establecer una tercera conexión puede comprender conmutar a un tercer estado en el que el segundo módem usa el tercer dispositivo de autenticación. Es decir, en el tercer estado tanto el primer y segundo módem usan dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo. El método, por lo tanto, permite que un primer módem conmute satisfactoriamente de usar un dispositivo de autenticación local (coubicado) a un dispositivo de autenticación remoto, antes de que un segundo módem se conmuta de usar un dispositivo de autenticación local a un dispositivo de autenticación remoto. Por ejemplo, el segundo módem puede usarse para la al menos una primera conexión con la al menos una primera red, y para comunicación con el primer dispositivo de autenticación mientras el primer módem se configura para usar el primer dispositivo de autenticación. El primer módem puede usarse a continuación para comunicación con el tercer dispositivo de autenticación mientras el segundo módem se configura para usar el tercer dispositivo de autenticación.

35 La respuesta de asignación puede comprender un tiempo de concesión y el método puede comprender adicionalmente transmitir una petición de concesión al segundo dispositivo antes de la expiración del tiempo de concesión.

40 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de provisión de conectividad a un vehículo, que comprende en un segundo dispositivo remoto del vehículo: recibir mediante una primera conexión con un primer dispositivo a bordo del vehículo, una petición de asignación; seleccionar un primer dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación remotos del primer dispositivo; transmitir una respuesta de asignación al vehículo, indicando la respuesta de asignación el primer dispositivo de autenticación.

45 La petición de asignación puede comprender al menos un criterio y el primer dispositivo de autenticación puede seleccionarse basándose en el al menos un criterio. El al menos un criterio puede comprender al menos uno de un operador de red y una ubicación geográfica.

50 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de provisión de conectividad a un vehículo, que comprende: en un primer dispositivo a bordo del vehículo establecer al menos una primera conexión con al menos una primera red, permitiendo la al menos una primera conexión comunicación con un segundo dispositivo remoto del primer dispositivo; transmitir desde el primer dispositivo a través de la al menos una primera conexión una petición de asignación al segundo dispositivo; recibir la petición de asignación en el segundo dispositivo; seleccionar en el segundo dispositivo un primer dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo; transmitir desde el segundo dispositivo a través de la al menos una primera conexión al primer dispositivo una respuesta de asignación, indicando la respuesta de asignación el primer dispositivo de autenticación; recibir la respuesta de asignación en el primer dispositivo; y establecer en el primer dispositivo una segunda conexión con una segunda red y autenticar el primer dispositivo en la segunda red usando el primer dispositivo de autenticación.

65 De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un programa informático que comprende instrucciones legibles por ordenador configuradas para provocar que un ordenador efectúe un método de acuerdo con el primer, segundo o tercer aspectos.

De acuerdo con un quinto aspecto, se proporciona un medio legible por ordenador que transporta un programa

informático de acuerdo con el cuarto aspecto.

De acuerdo con un sexto aspecto, se proporciona un aparato informático para proporcionar conectividad a un vehículo, que comprende: una memoria que almacena instrucciones legibles por procesador; y un procesador dispuesto para leer y ejecutar instrucciones almacenadas en dicha memoria; en el que dichas instrucciones legibles por procesador comprenden instrucciones dispuestas para controlar que el ordenador efectúe un método de acuerdo con el primer, segundo o tercer aspectos.

Se apreciará que pueden implementarse aspectos de la presente invención de cualquier forma conveniente incluyendo por medio de hardware y/o software adecuados. Por ejemplo, puede crearse un dispositivo dispuesto para implementar la invención usando componentes de hardware apropiados. Como alternativa, un dispositivo programable puede programarse para implementar realizaciones de la invención. La invención, por lo tanto, también proporciona programas informáticos adecuados para implementar aspectos de la invención. Tales programas informáticos pueden transportarse en medios de portadora adecuados incluyendo medios de portadora tangibles (por ejemplo, discos duros, CD ROM y así sucesivamente) y medios de portadora intangibles tal como señales de comunicaciones.

Se apreciará que características presentadas en el contexto de un aspecto de la invención en la descripción anterior o siguiente pueden aplicarse igualmente a otros aspectos de la invención.

Realizaciones de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una red de dispositivos informáticos;

La Figura 2 es una ilustración esquemática que muestra componentes de hardware de la CCU de la Figura 1 en más detalle;

La Figura 3a es una ilustración esquemática de la arquitectura lógica usada para implementar una realización de la presente invención;

Las Figuras 3b, 3c son ilustraciones esquemáticas de entidades lógicas, y relaciones entre esas entidades, usadas para implementar una realización de la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama de flujo que muestra procesamiento efectuado por un controlador de SIM de la Figura 3 para establecer una conexión de red usando SIM locales;

La Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra procesamiento efectuado por el controlador de SIM para establecer una conexión de red usando SIM remotos;

La Figura 6 es una ilustración esquemática de un paquete de petición de asignación de SIM transmitido por el controlador de SIM;

La Figura 7 es un diagrama de flujo que muestra procesamiento efectuado por un módulo de contabilidad y asignador de SIM de la Figura 3 para generar una asignación de SIM;

La Figura 8 es una ilustración esquemática de un paquete de respuesta de asignación de SIM transmitido por el módulo de contabilidad y asignador de SIM al controlador de SIM;

La Figura 9 es un diagrama de flujo que muestra procesamiento efectuado tanto por el controlador de SIM como un banco de SIM de la Figura 1 para establecer una conexión entre la CCU de la Figura 1 y una red móvil; y

La Figura 10 es una ilustración esquemática de un paquete de notificación de uso de datos transmitido por el controlador de SIM.

La Figura 1 muestra una red que se usa para proporcionar comunicación de datos a un tren 1. El tren 1 está provisto de una unidad de control de comunicaciones (CCU) 2 que se dispone para conectarse a estaciones base A a F, cada una de las cuales se conecta a una red 3. Tanto la CCU 2 como las estaciones base A a F están provistas de interfaces inalámbricas de comunicaciones para permitir que se establezca una conexión inalámbrica entre la CCU 2 y las estaciones base A a F. Dos agentes domésticos 4a, 4b también se conectan a la red 3. Se establecen túneles de comunicación virtuales entre la CCU 2 y los agentes domésticos 4a, 4b, usando encapsulación de paquetes de datos, para permitir que se intercambien de forma segura paquetes de datos entre la CCU 2 y los agentes domésticos 4a, 4b. La CCU 2 puede conectarse a un agente doméstico 4a, 4b en algunas circunstancias (tal como proximidad geográfica), y el otro agente doméstico 4a, 4b en otras circunstancias, o puede conectarse tanto al agente doméstico 4a como al agente doméstico 4b al mismo tiempo.

Se apreciará que mientras la Figura 1 muestra cada una de las estaciones base A a F directamente conectadas a una única red 3, cada estación base A a F puede conectarse a una o más redes adicionales que se conectan a su vez a la red 3. Por ejemplo, la estación base A puede conectarse a una red celular GSM, mientras la estación base B puede conectarse a una red IEEE 802.16 (WiMax), cada una de las cuales puede conectarse a la red 3. Además, mientras la Internet 5 y la red 3 se muestran de forma separada en la Figura 1, la red 3 puede conectarse a, y puede al menos incluir parcialmente, la Internet 5.

Los agentes domésticos 4a, 4b se conectan a la Internet 5. Los ordenadores anfitriones 6a, 6b también se conectan a la Internet 5. La conexión de la CCU 2 a los agentes domésticos 4a, 4b a través de un túnel de comunicación significa que desde el punto de vista de ordenadores conectados a la Internet 5 (por ejemplo, los ordenadores anfitriones 6a, 6b), todo el tráfico parece emanar de los agentes domésticos 4a, 4b, de tal forma que ordenadores conectados a la Internet 5 no necesitan preocuparse de detalles de la comunicación entre los agentes domésticos 4a, 4b y CCU 2. En su lugar, ordenadores conectados a la Internet 5 pueden simplemente distribuir paquetes de datos al agente doméstico 4a, 4b correcto que puede procesar a continuación paquetes de datos recibidos para garantizar que tales paquetes de datos se reenvían apropiadamente a la CCU 2.

La CCU 2 se dispone para proporcionar conectividad inalámbrica de red a bordo del tren 1. De esta manera, los pasajeros que viajan en el tren 1 pueden usar dispositivos informáticos móviles (tal como ordenadores portátiles y de mano, por ejemplo) para conectarse a la CCU 2 y de este modo obtener acceso a la Internet 5. La conexión entre los dispositivos informáticos móviles y la CCU 2 pueden tomar cualquier forma adecuada, pero puede, por ejemplo, estar de acuerdo con la norma 802.11 de IEEE (WiFi).

A medida que el tren 1 se mueve en la dirección mostrada por la flecha X, la CCU 2 se conecta a las diferentes estaciones base A a F. Cada estación base A a F tiene un área finita dentro de la que puede recibir y transmitir datos, y se prefiere que las áreas finitas se solapen, de tal forma que existe un momento durante el recorrido del tren durante el cual el tren es capaz de comunicarse con más de una de las estaciones base A a F. En la Figura 1, el tren 1, y por lo tanto la CCU 2, está dentro del alcance de señal de ambas de las estaciones base A, B y se conecta a ambas de las estaciones base A, B.

Como se describe anteriormente, una o más de las estaciones base A a F pueden conectarse a redes móviles usando tecnologías basadas en GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles) tales como redes UTMS y HSDPUA. Como es bien conocido en la técnica, redes basadas en GSM requieren que los usuarios se autenticuen a sí mismos en la red usando un módulo de identidad de abonado (SIM). La CCU 2, por lo tanto, comprende componentes adecuados para permitir la conexión a, y autenticación en, redes GSM. En particular, haciendo referencia a la Figura 2, la CCU 2 comprende una montura de módem 10, a la que se fijan dos módems inalámbricos 11, 12. Mientras se apreciará que puede usarse cualquier montura de módem adecuada, la mini tarjeta portadora F212 que proporciona MEN Mikro GmbH, Nuremberg, es adecuada. Cada uno de los módems inalámbricos 11, 12 se adapta para comunicar con las estaciones base A a F usando antenas 13, 14 conectadas a la montura de módem 10. La montura de módem 10 se configura adicionalmente para recibir cuatro SIM físicos, 15 a 18. Los SIM 15, 16 pueden usarse por el módem 11, y los SIM 17, 18 pueden usarse por el módem 12.

La CCU 2 comprende además dos SIM virtuales (VSIM) 19, 20 que pueden asociarse con los módems 11, 12 respectivamente. En algunas realizaciones de la presente invención, los VSIM se implementan por medio de un circuito integrado apropiado tal como un ASIC o FGPA configurado para recibir y almacenar detalles asociados con SIM físicos. Los VSIM pueden conectarse entre un respectivo módem 11, 12 y la montura de módem 10. Como se describe en más detalle a continuación, cada VSIM se adapta para recuperar y almacenar los detalles de un SIM físico almacenado en uno o más bancos de SIM 7a, 7b (mostrados en la Figura 1 y descritos en más detalle a continuación con referencia a la Figura 3).

Debe apreciarse que el tren 1 es un tren en una flota de trenes similares, transportando cada tren en la flota una respectiva CCU, dispuesto de forma similar al mostrado en la Figura 1. Es decir, cada tren en la flota se dispone para proporcionar conectividad a pasajeros a bordo del tren mediante conexión a uno o más de los agentes domésticos 4a, 4b a través de una CCU.

Haciendo referencia a la Figura 3a, se ilustran componentes lógicos de una realización de la presente invención usados para habilitar que la CCU 2 se conecte a redes a través de las estaciones base A a F. La Figura 3a se separa en dos mitades, mostrando la mitad izquierda componentes lógicos de la CCU 2, y mostrando la mitad derecha componentes lógicos del agente doméstico 4a. En el lado izquierdo de la Figura 3a, puede observarse que la CCU 2 comprende un controlador de SIM 30. El controlador de SIM 30 se configura para coordinar la asignación de SIM particulares a cada módem 11, 12, asegurando que se asigna a cada módem 11, 12 el SIM más apropiado en cualquier punto de tiempo. Por ejemplo, para el módem 11, el controlador de SIM 30 se configura para controlar si, y cuál, uno de los SIM físicos 15, 16 tiene que usarse por el módem 11, o si tiene que usarse el VSIM 19 por el módem 11. El controlador de SIM 30 comunica tanto con el VSIM 19 y la montura de módem 10 en la que se montan los SIM físicos 15 a 18, usando API apropiadas para conmutar entre uso de unos diferentes de los SIM 15 a 18 y los VSIM 19, 20.

En la parte derecha de la Figura 3a, puede observarse que el agente doméstico 4a comprende un banco de SIM 7a. El banco de SIM 7a se configura para almacenar una pluralidad de SIM físicos para su uso por el VSIM 19 a bordo de la CCU 2. Por ejemplo, "SIM Array IIIx" de implementa Gesellschaft fuer elektronische Verfahrenstechnik mbH, Hanover, Alemania, es capaz de almacenar hasta cuatrocientos dieciséis SIM físicos. Cada SIM físico almacenado en el banco de SIM 7a puede dirigirse individualmente por el VSIM 19 para permitir que el VSIM 19 recupere detalles de SIM físicos particulares.

Un módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 se conecta a una base de datos de SIM 33. El módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 es responsable de asignar específicos de los SIM almacenados en los bancos de SIM 7a, 7b a la CCU 2 (y o a cualquier otra CCU en una flota) y de asegurar que dos CCU no intentan usar el mismo SIM al mismo tiempo. La base de datos de SIM 33 almacena la información requerida por el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 para asignar SIM a las CCU en la flota. En términos generales, la base de datos de SIM 33 almacena, para cada SIM físico almacenado en cada del bancos de SIM 7a, 7b, un identificador único para ese SIM, un operador de red asociado con el SIM, un país asociado con el SIM, una CCU a la que está asignado ese SIM en la actualidad (si hay), un tiempo de concesión de la asignación (si hay) el uso de datos del SIM durante un periodo de contabilidad actual, y una asignación de uso máximo de datos del SIM para el periodo de contabilidad actual (suficiente para permitir determinación de una asignación datos restantes para el SIM).

La Figura 3b es un modelo de ejemplo que ilustra esquemáticamente entidades lógicas que pueden implementarse en una realización de la invención. Por ejemplo, una o más de las entidades ilustradas en la Figura 3b pueden implementarse como tablas en la base de datos 33, mientras atributos de esas entidades pueden implementarse como campos dentro de esas tablas. Se apreciará, sin embargo, que las tablas de la base de datos 33 no necesitan correlacionarse exactamente con las entidades en la Figura 3b. Se apreciará también que una o más de las entidades ilustradas en la Figura 3b pueden implementarse como clases de objeto y/o subclases dentro de programas informáticos que operan en el módulo de contabilidad y asignador 32. En las Figuras 3b, 3c no se muestra ni cardinalidad ni información de relación detallada porque, como será fácilmente evidente para el experto, pueden construirse bases de datos y programas de una cualquiera de una pluralidad de formas basándose en las entidades ilustradas en las Figuras 3b, 3c. Se muestran tipos de datos en blanco para algunos atributos de entidades en las Figuras 3b, 3c se entenderá de nuevo que estos son meramente ilustrativos.

Una entidad de CCU 60 representa CCU (es decir, cada instancia de la entidad de CCU, o registro dentro de una tabla de CCU, representa una respectiva CCU) tal como la CCU 2. La entidad de CCU 60 tiene un atributo de designación que almacena un identificador único para la CCU, y un atributo inService que indica si la CCU particular está en la actualidad en servicio o no. Una entidad de Flota 61 se usa para representar flotas de trenes a las que pueden asignarse CCU. La entidad de Flota 61 comprende un atributo de referencia que almacena un identificador único para una flota, y un atributo de nombre que almacena un nombre para la flota.

Una entidad de SIM 62 modela el identificador único que permite que módems accedan a servicios en una red móvil. Cada SIM tiene una dirección de SIM, modelizada por una entidad de SIMAddress 63, que especifican dónde se ubica el SIM. La dirección de SIM puede ser o bien una dirección de SIM virtual dentro de un banco de SIM (tal como el banco de SIM 7a), modelizada por una entidad de VSIMAddress 64, o bien una dirección a bordo de un módem (tal como el módem 12), modelizado por una entidad de VSIMAddress 65. Cada dirección de SIM virtual pertenece a una lámina, modelizada por una entidad laminar 66, perteneciendo cada lámina a un banco de SIM, modelizado por una entidad de SIMBank 67.

Cada SIM tiene un contrato de SIM, modelizado por una entidad de SIMContract 68. La entidad de SIMContract 68 comprende atributos para modelizar contratos de SIM. En particular, startDate y endDate indican cuándo empieza y finaliza un contrato de SIM respectivamente, mientras lastUsedDate indica cuando se usó el SIM por última vez. Un atributo de overageAllowed almacena una indicación en cuanto a si se permite que el SIM exceda las asignaciones de uso de datos proporcionadas por el contrato, y modelizándose las asignaciones de uso de datos por una entidad de DataPackage 69. Un atributo de roamingAllowed de la entidad de SIMContract 68 almacena una indicación en cuanto a si se permite que el SIM se use fuera del país de la Portadora de SIM, modelizado por una entidad de Portadora 70. La entidad de DataPackage 69 comprende un atributo de monthEnd que indica el día del mes en el que finaliza la asignación de datos de un mes, y comienza la asignación de datos del mes siguiente. Un atributo de dataAllowance almacena una indicación de la cantidad de datos incluidos dentro del paquete de datos, un atributo de mobileTechnology almacena una indicación de la tecnología (por ejemplo, EVDO, 3G, LTE, etc.) soportada por el paquete de datos. Un atributo de Nombre almacena un nombre del paquete de datos, y un campo de zona horaria almacena una indicación de la zona horaria del paquete de datos (por ejemplo, para los propósitos de determinar cuándo finaliza y comienza un día).

Como se describe anteriormente, la entidad de Portadora 70 modeliza portadoras de datos (en ocasiones denominadas como operadores de red o portadores) que son responsables de proporcionar comunicación móvil de red a un módem WAN a través de un SIM válido. La entidad de Portadora 70 comprende un atributo de nombre y un atributo de código, identificando el atributo de código inequívocamente una portadora. La entidad de DataPackage 69 se asocia también con una entidad de Región 71 que modeliza una región geográfica en la que el uso del SIM (asociado con el paquete de datos) fuera de esa región geográfica constituiría itinerancia. Un paquete de datos

puede asociarse con múltiples regiones. Una pluralidad de contratos de SIM pueden empaquetarse en un grupo de SIM, representado por una entidad de SimPool 72. Cada grupo de SIM tiene un nombre, modelizado por un atributo de nombre de la entidad de SimPool 72. Grupos de SIM pueden asignarse a flotas, representándose la asignación de grupos de SIM a flotas por una entidad de FleetSimPool 73, en la que una flota puede usar los SIM de sus grupos de SIM asignados.

La entidad de CCU 60 se asocia también con una entidad de WanModem 74 que representa respectivos módems, tal como los módems 11, 12. La entidad de WanModem se asocia también con la entidad de SIMAddress que indica que cada dirección de SIM puede asociarse con un módem.

En general, las entidades, y datos asociados con las entidades, ilustradas en la Figura 3c no se esperan que cambien con frecuencia. La Figura 3c ilustra esquemáticamente entidades adicionales (y sus asociaciones con algunas de las entidades mostradas en la Figura 3b) que comprenden datos que se esperan que cambien con mayor frecuencia, durante la asignación de SIM a módems mediante el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32. Una entidad de SimAllocation 75 modeliza asignaciones de contratos de SIM (modelizándose los contratos de SIM por la entidad de SIMContract 68), a módems (modelizándose los módems por la entidad de WanModem 74). Mientras no se muestra cardinalidad en las Figuras 3a, 3b y puede variar en diferentes realizaciones, se apreciará a partir de la descripción de la Figura 2, anterior, que en la realización de ejemplo descrito en la actualidad, cada asignación de SIM es con respecto a un único módem (es decir, cada contrato de SIM/SIM puede asignarse a un módem a la vez), mientras cada módem puede tener cero o más asignaciones de SIM (hasta dos SIM físicos y un VSIM en el ejemplo de la Figura 2). La entidad de SimAllocation 75 comprende un atributo de startTime y un atributo de expiryTime que almacena los tiempos en los que la asignación comienza o expira respectivamente.

La entidad de SIMContract 68 se asocia con una entidad de SimBill 76. La entidad de SimBill 76 modeliza totales acumulados de uso de datos para un periodo de facturación particular para un SIM particular. Cada periodo de facturación se modeliza por una entidad de BillingPeriod 77, con la que la entidad de SimBill 76 también se asocia. La entidad de SimBill 76 comprende un atributo de bytesRx y un atributo de bytesTx, respectivamente que registran la cantidad total de datos recibidos y cantidad total de datos transmitidos en un periodo de facturación particular. La entidad de BillingPeriod 77 se asocia también con la entidad de DataPackage 69 y comprende un atributo de startDate y atributo de endDate, respectivamente que registran las fechas de inicio y finalización del periodo de facturación. La entidad de BillingPeriod 77 comprende además un atributo de zona horaria, que indica la zona horaria con respecto a la que tiene que determinarse las fechas de inicio y fin de periodo de facturación.

Como se describe en más detalle a continuación, el módulo de contabilidad y asignador 32 actualiza los totales acumulados de uso de datos, como se modeliza por la entidad de SimBill 76, a partir de respectivos informes de uso de SIM recibidos desde CCU. Los informes de uso de SIM se modelizan por una entidad de SIMUsage 78, que se asocia con la entidad de SIMContract 68, la entidad de SimBill 76 y la entidad de WanModem 74. La entidad de SIMUsage 78 comprende un atributo de powerCycleTime que indica la última vez que el módem al que se asignó el SIM inició un ciclo de potencia, un atributo de bytesRx y un atributo de bytesTx que indica, respectivamente, la cantidad de datos recibidos y transmitidos por la CCU usando el SIM.

Si el tiempo de ciclo de potencia de un informe de uso de SIM es diferente de un tiempo de ciclo de potencia notificado de un informe de uso de SIM anterior (es decir, el módem ha iniciado un ciclo de potencia desde que se recibió el último informe de uso de datos), las nuevas estadísticas de uso de datos (es decir, bytes escritos y bytes leídos) se añaden a las estadísticas de uso de datos totales almacenadas para el SIM (por ejemplo, en una instancia de la entidad de SimBill 76 / registro de una tabla de SimBill de la base de datos 33). Si, sin embargo, el tiempo de ciclo de potencia de un informe de uso de SIM es el mismo que el tiempo de ciclo de potencia de un informe de uso de SIM anteriormente recibido, únicamente se añade la diferencia entre las nuevas estadísticas de uso de datos y las estadísticas de uso de datos anteriormente notificadas a las estadísticas de uso de datos totales almacenadas para el SIM.

Para garantizar que se asigna a los módems 11, 12 el SIM más apropiado en cualquier punto de tiempo, el controlador de SIM 30 opera en uno de dos modos, no gestionado o gestionado. En términos generales, el controlador de SIM 30 está continuamente intentando operar en el estado gestionado, operando en el estado no gestionado únicamente cuando no es capaz de recibir asignaciones de SIM desde el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32.

Haciendo referencia a la Figura 4, se ilustra procesamiento efectuado por el controlador de SIM 30 para asignar SIM locales al módem 11 cuando opera en el modo no gestionado. El procesamiento de la Figura 4 también se efectúa (por ejemplo, simultáneamente) para el módem 12 mientras el controlador de SIM está en el modo no gestionado. En la etapa S1, se inicia el controlador de SIM 30. El procesamiento pasa desde la etapa S1 a la etapa S2 en la que se selecciona uno de los SIM locales 15, 16 para su uso por el módem 11. La selección de SIM locales 15 a 17 para su uso por los módems 11, 12 puede basarse en cualquier criterio adecuado, tal como ubicación geográfica del tren, asignaciones de datos restantes de cada del SIM físicos y redes preferidas, etc. Para tomar decisiones de asignación para SIM locales en el modo no gestionado, el controlador de SIM 30, por lo tanto, mantiene un registro de la información apropiada en la que deben basarse las decisiones de asignaciones.

El procesamiento pasa desde la etapa S2 a la etapa S3 en la que el módem 11 intenta establecer conexiones de red usando el SIM asignado. El procesamiento pasa desde la etapa S3 a la etapa S4 en la que se determina si el módem 11 ha establecido una conexión operacional con una red. Si se determina que el módem 11 no ha establecido una conexión con una red, el procesamiento pasa a la etapa S5 en la que se determina si se ha producido una condición de vencimiento. Si no se ha producido una condición de vencimiento, el procesamiento pasa desde la etapa S5 a la etapa S3 en la que se intenta de nuevo un establecimiento de una conexión de red. Si se determina en la etapa S5 que se ha producido una condición de vencimiento, el procesamiento pasa a la etapa S2 en la que el controlador de SIM 30 selecciona de nuevo entre SIM locales. Operación de la selección de módems en la etapa S2 puede modificarse como resultado del fallo de conexión en la etapa S3. Por ejemplo, tras determinar que el módem 11 no ha sido capaz de conectarse a una red dentro de un periodo de tiempo de espera, el controlador de SIM 30 puede seleccionar un SIM diferente para el módem 11. Si, por otra parte, se determina en la etapa 4 que se ha establecido una conexión de red por el módem 11, el procesamiento pasa a la etapa S6 en la que esa conexión se hace disponible para comunicación de datos.

Una vez que se ha establecido una conexión operacional por uno de los módems 11, 12 usando un SIM local, el controlador de SIM 30 intenta establecer comunicaciones con el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32. La Figura 5 ilustra procesamiento efectuado por el controlador de SIM 30 para establecer conexión con el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32. El procesamiento de la Figura 5 se efectúa usando una o más de las conexiones disponibles (por ejemplo, conexiones de los módems 11, 12 establecidas por el procesamiento de la Figura 4) mientras el controlador de SIM 30 está operando en el modo no gestionado. En la etapa S10, el controlador de SIM 30 transmite un paquete de datos de petición de asignación al módulo de contabilidad y asignador de SIM 32, que puede, por ejemplo, ser un paquete de UDP, pero puede ser un paquete de cualquier protocolo apropiado.

El formato de un paquete de petición de asignación de SIM se ilustra esquemáticamente en la Figura 6. El paquete de petición de asignación de SIM comprende un campo de tipo de paquete 35, un campo de designación de CCU 36 y campo de detalles de WAN 37. El campo de tipo de paquete 35 identifica si el paquete es un paquete de solicitud (que solicita una nueva asignación de SIM) o un paquete de renovación (que solicita renovación de una asignación de SIM existente). El campo de designación de CCU 36 contiene un identificador único de la CCU desde la que se origina la petición de asignación. El campo de detalles de WAN 37 contiene, para cada WAN para la que el controlador de SIM 30 requiere un SIM asignada centralmente: un número de WAN que identifica inequívocamente la WAN dentro de la CCU, un código de país que indica el país en el que reside la CCU 2 actual, un código de operador de red que indica un operador de red requerido, y un código de tecnología que indica la tecnología soportada por el módem de la WAN (por ejemplo, EVDO, 2G, 3G, LTE). En algunas realizaciones de la invención, el controlador de SIM 30 puede rellenar los detalles de operador de red requerido para una WAN particular basándose en una determinación de respectivas intensidades de señal de diferentes redes en su vecindad actual. Es decir, dado que las redes de diferentes operadores de red tienen diferente cobertura geográfica, y operan a diferentes frecuencias espectrales, en el momento que se hace una petición de asignación, la CCU 2 puede ser capaz de recibir una señal más intensa desde un operador de red particular. El controlador de SIM 30 puede especificar a continuación ese operador de red en el campo de detalles de WAN 37 para al menos una de las WAN para las que requiere una asignación.

En algunas realizaciones de la presente invención, el operador de red no necesita especificarse, permitiendo que el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 seleccione un operador de red apropiado basándose en requisitos de aplicación.

Como un ejemplo, el controlador de SIM 30 puede solicitar una asignación de SIM para ambos módems 11 y 12 (que para los propósitos de este ejemplo deberían suponerse que son módems 3G). En este caso, el campo de tipo de paquete 35 identificará el paquete como un paquete de petición de asignación, el campo de designación de CCU 36 identificará inequívocamente la CCU 2 entre otras CCU operando en una flota, y el campo de detalles de WAN 37 especificará detalles de WAN para los módems 11 y 12. En este ejemplo, los detalles de WAN 37 especifican un identificador de WAN "1" que corresponde al módem 11, un código de país que indica el Reino Unido, un código de operador de red que indica el operador de red T-Mobile® y una indicación que el módem 11 soporta 3G. Los detalles de WAN 37 especifican adicionalmente un identificador de WAN "2" que corresponde al módem 12, un código de país que indica el Reino Unido, un código de operador de red que indica el operador de red Orange® y una indicación que el módem 12 soporta 3G.

Se apreciará que el formato de paquete de petición de asignación de SIM anterior es meramente ilustrativo y que paquetes de petición de asignaciones de SIM pueden comprender campos adicionales, o diferentes, a los descritos anteriormente. De hecho, un paquete de petición de asignación de SIM puede comprender cualquier información necesaria para determinar un SIM apropiado dependiendo de requisitos de aplicación particulares.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 5, el procesamiento pasa desde la etapa S10 a la etapa S11 en la que se determina si se ha recibido una respuesta a la petición de asignación de SIM. Si se determina que no se ha recibido una respuesta, el procesamiento pasa a una etapa S12 en la que se determina si se ha producido una condición de vencimiento. Si no se ha producido una condición de vencimiento, el procesamiento pasa de vuelta a la etapa S11.

Si se determina en la etapa S12 que se ha producido una condición de vencimiento, el procesamiento pasa a la etapa S10 en la que la petición de asignación de SIM se envía de nuevo. El procesamiento, por lo tanto, está en bucle entre las etapas S10, S11 y S12 hasta que se ha recibido una respuesta a la petición de asignación de SIM.

5 La Figura 7 ilustra procesamiento efectuado por el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 para generar una respuesta a un paquete de petición de asignación de SIM. En la etapa S20 se recibe un paquete de petición de asignación. El procesamiento pasa a la etapa S21 en la que el paquete de petición de asignación se examina para determinar el número y tipos de SIM requeridos. El procesamiento pasa a continuación a la etapa S22 en la que, para cada WAN especificada en el paquete de petición de asignación de SIM, el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 filtra la base de datos de SIM 33 para producir una lista de SIM candidatos que son adecuadas para esa WAN (basándose en los requisitos especificados en el campo de WAN 37). Usando el ejemplo anterior, para la WAN "1" asociada con el módem 11, el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 filtraría la base de datos de SIM 33 para SIM de Reino Unido en la red de T-Mobile®, mientras para la WAN "2" asociada con el módem 12, el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 filtraría la base de datos de SIM 33 para SIM de Reino Unido en la red Orange®.

20 Donde la petición de asignación de SIM no especifica un operador de red particular, el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 se configura para buscar SIM asociadas con operadores de red nacionales (basándose en el indicador de código de país). Una vez que una lista de candidatos de SIM se ha generado para una WAN particular, se selecciona el SIM que tiene la mayor asignación de datos restantes entre las SIM candidatas. Si la lista de candidatos contiene SIM de una pluralidad de operadores de red porque no se especificó un operador de red particular, el módulo de contabilidad y asignador 32 intenta asignar SIM de un abanico de diferentes operadores de red, usando, por ejemplo, selección de orden cíclico.

25 El procesamiento pasa desde la etapa S22 a la etapa S23 en la que los seleccionados de los SIM candidatos se compilan en un paquete de respuesta de asignación de SIM. El formato del paquete de respuesta de asignación de SIM se muestra en la Figura 8 y comprende un campo de tipo 40 que identifica el paquete como un paquete de respuesta de asignación de SIM, un campo de ID de CCU 41 que identifica la CCU para la que se concibe la asignación de SIM, un campo de tiempo de concesión 42, un periodo de informe de uso de datos 43 y un campo de asignaciones de SIM 44. El campo de ID de CCU 41 se usa en una operación de comprobación de error por la CCU de recepción para garantizar que ha recibido la asignación correcta. El campo de tiempo de concesión 42 indica el periodo para el que la CCU puede usar las SIM asignadas antes de que la CCU deba solicitar una renovación de la concesión. El periodo de informe de uso de datos 43 especifica con qué frecuencia debe notificar la CCU uso de datos de sus SIM asignadas al módulo de contabilidad y asignador de SIM 32. El campo de asignaciones de SIM 43 comprende, para cada WAN especificada en la petición de asignación: el número de WAN, un identificador de SIM y la asignación de datos restantes en el SIM asignado. El identificador de SIM indica o bien uno de los SIM locales asociados con el módem de la WAN, o una dirección IP del banco de SIM en el que se almacena el SIM, junto con un identificador para identificar el SIM dentro del banco de SIM.

40 En la etapa S24 el paquete de respuesta de asignación de SIM se transmite a la CCU solicitante para procesamiento.

45 Haciendo referencia de nuevo a la Figura 5, tras la recepción de una asignación de SIM desde el módulo de contabilidad y asignador de SIM 32, el procesamiento pasa desde la etapa S11 a la etapa S13. En la etapa S13 el controlador de SIM 30 configura los VSIM 19, 20. En particular, el controlador de SIM 30 ordena a al menos uno de los módems 11, 12 que conmute desde usar un SIM local a usar su respectiva VSIM. Durante la conmutación de una CCU desde uso de SIM locales a VSIM, se mantiene al menos una conexión externa no VSIM para permitir comunicaciones entre la CCU y los bancos de SIM 7a, 7b. En algunas realizaciones de la presente invención, para evitar pérdidas potenciales de conectividad externa en el evento de fallo, no más de la mitad de los módems de una CCU se configuran en la etapa S13. Por ejemplo, donde asignaciones de SIM se han recibido para ambos módems 11, 12, el controlador de SIM 30 puede ordenar al módem 11 que use el VSIM 19, mientras el módem 12 continúa operando con uno de los SIM locales 17, 18.

55 Para establecer una conexión de datos operacionales, un VSIM se autentica a sí mismo en una red usando los detalles de SIM de su SIM asignada. El procesamiento efectuado por una CCU y un banco de SIM en la etapa S14 se describe ahora con referencia a la Figura 9. En la etapa S30, la CCU transmite una petición al banco de SIM para los detalles del SIM físico almacenado en la dirección recibida desde el módulo de contabilidad y asignación. El procesamiento pasa a continuación a la etapa S31 en la que el banco de SIM recupera detalles del SIM solicitado. En particular, en la etapa S31 se recuperan un Identificador de Tarjeta con Circuito Integrado (ICCD) y una Identidad de Abonado de Servicio Móvil Internacional (IMSI) del SIM solicitado y se transmiten a la CCU en la etapa S32. El ICCD identifica internacionalmente el SIM, mientras la IMSI identifica el SIM en la red de un operador de red particular. Cada SIM comprende además una clave k_s asignada al SIM por el operador de red al que pertenece el SIM. El operador de red almacena una correspondiente clave k_n . La clave k_s no se puede obtener por la CCU o el banco de SIM y, por lo tanto, no se recupera o transmite a la CCU en las etapas S31, S32.

65 El procesamiento pasa a la etapa S33 en la que el VSIM de la CCU transmite una petición para autenticación en la

red, incluyendo la petición la IMSI de la tarjeta de SIM físico. Tras la recepción de la solicitud de autenticación, el operador de red genera un número aleatorio, R y firma R con la clave k_n para generar una clave firmada SR_1 . El operador de red transmite R al VSIM, que se recibe en la CCU en la etapa S34. En la etapa S35, la CCU transmite el número R al SIM físico en el banco de SIM. En la etapa S36, el SIM físico firma R con la clave k_s para generar una clave firmada SR_2 y transmite SR_2 , junto con una clave de encriptación k_e a la CCU en la etapa S37. El procesamiento pasa a la etapa S38 en la que el VSIM transmite SR_2 y la clave de encriptación k_e al operador de red. El operador de red compara la SR_2 con SR_1 y, si coinciden, autentica el VSIM en la red. La clave de encriptación k_e se usa para encriptar todas las comunicaciones adicionales entre el VSIM y el operador de red. Se transmite una confirmación de autenticación al VSIM, y se recibe en la etapa S39.

Volviendo de nuevo a la Figura 5, en la etapa S15 el controlador de SIM 30 determina si se ha establecido una conexión de datos operacionales usando al menos un VSIM. Si se determina que una conexión no se ha establecido satisfactoriamente, el procesamiento pasa a la etapa S16 en la que se determina si se ha producido una condición de vencimiento. Si no se ha producido una condición de vencimiento, el procesamiento pasa a la etapa S14 para intentar de nuevo establecer una conexión. Si se determina en la etapa S16 que se ha producido una condición de vencimiento, el procesamiento pasa a la etapa S10, en la que se hace una nueva petición de asignación de SIM para al menos los módems que no han sido capaces de conectarse usando los detalles de SIM asignado.

Donde se determina en la etapa S15 que una conexión de red operacional se ha establecido usando los detalles de SIM asignado, el procesamiento pasa a la etapa S17 en la que el controlador de SIM 30 pasa al modo gestionado y conmuta cada módem para operar usando su respectivo VSIM y detalles de SIM centralmente asignado. Se apreciará que una vez que se ha establecido satisfactoriamente una conexión de datos por un VSIM, esa conexión de datos puede usarse para las comunicaciones entre la CCU y los bancos de SIM descritos anteriormente con referencia a la Figura 8 para configurar y autenticar otras VSIM.

Cuando opera en el modo gestionado, el controlador de SIM 30 transmite informes de uso de datos al módulo de contabilidad y asignador 32, dictándose la frecuencia de los informes de uso de datos por el campo de periodo de informe de uso de datos 43 en el paquete de respuesta de asignación de SIM recibidos desde el módulo de contabilidad y asignador 32. El formato de los paquetes de informe de uso de datos se ilustra esquemáticamente en la Figura 10, y comprende un campo de tipo 50 para identificar el tipo de paquete de datos (indicando en este caso un informe de uso de datos), un campo de ID de CCU 51 que indica la CCU que emite el informe de uso de datos y un campo de uso de datos 52. El campo de uso de datos comprende, para cada WAN que usa en la actualidad un VSIM: un número de identificador de WAN, el tiempo del último ciclo de potencia del módem, el número de bytes leídos desde el último ciclo de potencia y el número de bytes escritos desde el último de ciclo de potencia. Mientras en la realización descrita, la CCU 2 notifica uso de datos desde el último ciclo de potencia, el periodo de uso de datos notificado por la CCU 2 al módulo de contabilidad y asignador 32 puede ser cualquier periodo apropiado.

El módulo de contabilidad y asignador 32 procesa cada informe de uso de datos y actualiza los campos pertinentes en la base de datos de SIM 33 para hacer seguimiento del uso de datos total de cada SIM. En particular, si el tiempo de último ciclo de potencia notificado actual es diferente del tiempo de último ciclo de potencia notificado (es decir, el módem ha iniciado un ciclo de potencia desde que se transmitió el informe de último uso de datos), las nuevas estadísticas de uso de datos (es decir, bytes escritos y bytes leídos) se añaden a las estadísticas de uso de datos totales almacenadas para el SIM. Si, sin embargo, el tiempo de último ciclo de potencia notificado actual es el mismo que el tiempo de último ciclo de potencia anteriormente notificado, únicamente la diferencia entre las nuevas estadísticas de uso de datos y las estadísticas de uso de datos anteriormente notificadas debería añadirse a las estadísticas de uso de datos totales almacenadas para el SIM. Para garantizar que no se "pierden" estadísticas de uso de datos cuando un módem inicia ciclo de potencia entre el envío de informes de uso de datos, pueden enviarse informes de uso de datos tras inicio de ciclo de potencia de módems. Las estadísticas de uso de datos totales almacenadas se usan en combinación con el límite de uso de datos conocido de cada SIM para calcular una asignación de datos restantes.

El método descrito anteriormente puede no ser preciso en su totalidad donde, por ejemplo, operadores de red introducen encabezamientos de paquetes adicionales para propósitos de control, o recuentan reintentos de paquetes hacia la asignación de datos del SIM. Para proporcionar uso de datos más preciso, puede realizarse consulta periódica de estadísticas de uso de operadores de red.

Al final de cada periodo de contabilidad de SIM (es decir, en la fecha en la que la asignación de datos proporcionada por el operador de red se reestablece) el módulo de contabilidad y asignador 32 reestablece las correspondientes estadísticas de uso en la base de datos de SIM 33. Antes del restablecimiento del registro de uso de datos para un SIM particular, el registro de uso de datos actual se copia en una tabla de archivos de la base de datos de SIM 33 para propósitos de auditoría y análisis.

Informes de datos pueden transmitirse desde el controlador de SIM 30 para los SIM locales 15 a 19. Por ejemplo, el controlador de SIM 30 puede compilar informes de uso de datos cuando opera en el modo no gestionado para transmisión al módulo de contabilidad y asignador de SIM 32 tras la conexión.

Antes de la expiración de la concesión de una asignación de SIM particular, el controlador de SIM 30 transmite una petición de concesión al módulo de contabilidad y asignador 32. La petición de concesión tiene el mismo formato que el paquete de petición de asignación de SIM ilustrado en la Figura 6. Para peticiones de renovación, sin embargo, el campo de tipo 35 indica que es una petición de concesión, mientras el campo WANS 37 indica los detalles de WAN para cada WAN que requiere renovación de la concesión de SIM usada por esa WAN. En condiciones operativas normales, el módulo de contabilidad y asignador 32 reasigna los mismos, asignados en la actualidad, SIM tras la recepción de una petición de concesión. Sin embargo, se apreciará que puede variarse un comportamiento de renovación basándose en requisitos específicos de aplicación. Por ejemplo, puede ser deseable alterar las SIM asignadas donde se han producido cambios geográficos o de uso de datos. Por ejemplo, donde un SIM asignado pasa su límite de uso de datos para el periodo de contabilidad actual, el módulo de contabilidad y asignador 32 puede asignar un SIM diferente en respuesta a una petición de concesión. Donde un controlador de SIM 30 recibe una respuesta a una petición de concesión que indica que se ha asignado un SIM diferente, el controlador de SIM 30 realiza el procesamiento descrito anteriormente con referencia a la Figura 9 para autenticar el SIM recientemente asignado con el operador de red apropiado.

Si el controlador de SIM 30 falla en renovar una concesión para un SIM asignado, el módulo de contabilidad y asignador 32 supone que la CCU ya no requiere el SIM asignado y devuelve el SIM asignado al grupo de SIM disponibles a asignar a otras CCU. El módulo de contabilidad y asignador 32 puede proporcionar un "periodo de gracia" antes de devolver cualquier SIM no renovado al grupo para garantizar que la CCU 2 ha parado de usar el SIM.

Adicionalmente, mientras opera en modo gestionado, después de la autenticación inicial, el operador de red puede requerir periódicamente que cada SIM se autentique a sí misma usando la clave k_s en un intervalo de tiempo establecido por el operador. En más detalle el operador de red puede emitir un desafío, solicitando la autenticación de nuevo. Tras la detección del desafío en el controlador de SIM 30, se determina si el desafío es el mismo que el último desafío (por ejemplo, desde una memoria caché de desafío/datos de respuesta de desafíos almacenados en la CCU). Si el desafío actual desde el operador de red es el mismo que el desafío anterior, esto indica que el operador de red no ha cambiado la clave k_s . En este caso, el VSIM devuelve la misma respuesta de desafío que se emitió en respuesta a el desafío anterior (obtenido desde la memoria caché). Donde el desafío actual es diferente al desafío anterior, esto indica que el operador de red ha cambiado la clave k_s asignada al SIM físico. En este caso, el VSIM hace una petición al banco de SIM en el que se almacena su SIM físico para que el SIM firme una solicitud de autenticación, de forma similar al procesamiento descrito anteriormente en las etapas S24 a S28 de la Figura 7.

Se observa anteriormente que cuando en el modo no gestionado, el controlador de SIM 30 generalmente intenta pasar al modo gestionado de modo que los SIM más apropiados pueden asignarse a los módems de la CCU de entre todos los SIM disponibles almacenados en los bancos de SIM 7a, 7b. En general, por lo tanto, no es deseable que la CCU 2 pase del estado gestionado al estado no gestionado. Sin embargo, donde el tren 1 se mueve a un área en la que no hay cobertura de red móvil y en la que ahí la CCU 2 no tiene acceso a redes no móviles tal como redes WiFi, el controlador de SIM 30 no es capaz de renovar concesiones para sus SIM asignados y pasa a un estado no gestionado.

Tras pasar al estado no gestionado, el controlador de SIM 30 ordena a cada módem 11, 12 usar uno de los SIM locales 15 a 18. De esta manera, cuando el tren 1 abandona un área de no conectividad, pueden restablecerse rápidamente conexiones con el módulo de contabilidad y asignador 32. En el caso de que el tren 1 se mueve a un área en la que no hay conectividad de red móvil, pero en la que la CCU 2 tiene acceso a otras redes tal como redes WiFi, pueden usarse las otras conexiones de red para comunicar con el módulo de contabilidad y asignador 32 para renovar cualquier concesión de SIM. Como tal, si cualquier trayectoria de comunicación está disponible entre la CCU 2 y el módulo de contabilidad y asignador 32, el controlador de SIM 30 no pasa del modo gestionado al modo no gestionado.

En la realización descrita anteriormente, la disposición del agente doméstico 4b es similar a la de 4a. Es decir, el agente doméstico 4b comprende el banco de SIM 7b, un módulo de contabilidad y asignador y una base de datos de SIM. Como la asignación de SIM y registro de detalles de uso de SIM están centralizados, la provisión de múltiples módulos de contabilidad y asignador y bases de datos de SIM se usa para proporcionar redundancia y permitir que se produzca conmutación por error. En algunas realizaciones de la presente invención únicamente uno de cualesquiera módulos de contabilidad y asignador de SIM que sirven a una flota particular se configura para estar activo en cualquier momento. Cada uno de los restantes módulos de contabilidad y asignador de SIM se configura para operar en un modo en espera, desde el que pueden conmutarse a un modo activo en el caso de que el módulo de contabilidad y asignador de SIM activo actual fallase. En esta disposición, cada CCU en una flota dirige todo el tráfico destinado para el paquete de contabilidad y asignador de SIM a los agentes domésticos a los que está conectada en la actualidad. Cada agente doméstico redirige tráfico al paquete de contabilidad y asignador de SIM activo.

Por ejemplo, en la realización ilustrada en la Figura 1 y descrita con referencia a la Figura 3, en la que la CCU 2 se conecta al agente doméstico 4b, pero el paquete de contabilidad y asignador de SIM 32 del agente doméstico 4a está activo, la CCU 2 dirige su petición de asignación de SIM e informes de uso de datos al agente doméstico 4b. El

agente doméstico 4b, que identifica (por ejemplo, por número de puerto) que los paquetes de datos recibidos se dirigen al módulo de contabilidad y asignador de SIM, redirige los paquetes de datos recibidos al módulo de contabilidad y asignación de SIM 32 activo del agente doméstico 4a. En el caso de que un módulo de contabilidad y asignador de SIM diferente se vuelva activo, redirección correcta de peticiones de asignación de SIM e informes de uso de datos se facilita a través de un correspondiente cambio en la lógica de encaminamiento de cada uno de los agentes domésticos.

Actualizaciones a cada una de las bases de datos de SIM en cada uno de los agentes domésticos se realizan por el módulo de contabilidad y asignador de SIM activo. De esta manera, las bases de datos de SIM pueden mantenerse actuales de modo que están listas para asumir responsabilidades activas. Se apreciará que las bases de datos de SIM pueden mantenerse sincronizadas usando cualquier método apropiado. Por ejemplo, las bases de datos pueden mantenerse sincronizadas usando replicación de base de datos, o como un ejemplo alternativo, a través del módulo de contabilidad y asignador maestro realizando múltiples actualizaciones para múltiples bases de datos. El reposo

La Figura 1 ilustra una realización en la que SIM físicos se extienden a través de un número de bancos de SIM igual al número de agentes domésticos para proporcionar redundancia y permitir conmutación por error (se apreciará que mientras dos agentes domésticos y bancos de SIM se muestran en la Figura 1, puede proporcionarse cualquier número de bancos de SIM y agentes domésticos). Se prefiere en general que a la CCU 2 (y cada CCU en la flota) se asignen SIM de una pluralidad de bancos de SIM 7a, 7b. De esta manera, en el caso de que uno de los bancos de SIM 7a, 7b no se puede alcanzar, únicamente esos SIM asignados de módems desde los bancos de SIM no alcanzables fallarán en conectarse a una red.

Se apreciará adicionalmente que puede proporcionarse cualquier número de agentes domésticos. De manera similar, mientras la realización descrita anteriormente comprende dos bancos de SIM 7a, 7b, cada uno ubicado con un respectivo agente doméstico 4a, 4b, puede proporcionarse cualquier número o configuración de bancos de SIM. Por ejemplo, para proporcionar redundancia máxima y conmutación por error puede existir un respectivo banco de SIM para cada agente doméstico. En realizaciones alternativas, únicamente algunos agentes domésticos tienen un correspondiente banco de SIM. Adicionalmente, mientras se describen como parte de los agentes domésticos 4a, 4b en la presente realización, los bancos de SIM 7a, 7b no necesitan colocarse con los agentes domésticos.

Mientras la realización descrita anteriormente emplea dos módems, cada uno con dos SIM físicos a bordo de la CCU 2, se apreciará que puede usarse cualquier combinación de portadoras de módem, módems y SIM. De hecho, en algunas realizaciones la CCU 2 no necesita transportar SIM físicos, en la que la conectividad inicial puede proporcionarse con conexiones no GSM tal como WiFi o WiMax. Como alternativa, tarjetas de SIM físico adicionales pueden transportarse a bordo de un vehículo. Por ejemplo, la placa de circuito en la que se implementa el VSIM puede configurarse para proporcionar monturas de SIM físico adicionales.

Se describe anteriormente que la decisión en cuanto a qué SIM debería usar una CCU puede basarse en información geográfica. La CCU 2 está provista, por lo tanto, de medios para determinar su ubicación geográfica, tal como un receptor GPS. Se describe ahora un método de ejemplo de configuración de la CCU 2 para utilizar "zonas geográficas" para identificar cambios en posición geográfica tanto en estado gestionado como no gestionado. En la presente realización, la CCU 2 está provista de un archivo de configuración en el que, para cada WAN gestionada por la CCU 2, se proporciona una lista de zonas en las que viaja el tren 1. Para cada zona, se especifica un SIM local para proporcionar un SIM local por defecto cuando el controlador de SIM 30 opera en el modo no gestionado. Se proporcionan detalles de VSIM para dirigir operación en el modo gestionado.

Por ejemplo, para una CCU que tiene tres módems (y, por lo tanto, tres WAN), operando en Canadá, los Estados Unidos y México, una configuración adecuada puede ser como se indica a continuación:

```
[wan1]
zone = usa(sim=1, vsim=usa:T-Mobile:yes)
zone = canada(sim = 0, vsim=canada*:yes)
zone = mexico(sim = 0, vsim=mexico::yes)
```

```
[wan2]
zone = usa(sim=0, vsim=usa:Verizon:no)
zone = canada(sim = 1, vsim=Canada*::no)
zone = mexico(sim = 0, vsim=mexico:Telcel:no)
```

```
[wan3]
zone = usa(sim=0, vsim=usa*:no)
zone = canada(sim = 0, vsim=canada:Rogers:no)
zone = mexico(sim = 1, vsim=mexico::no)
```

Haciendo referencia a lo anterior, la "sim" variable toma un único parámetro, que es un identificador de SIM local estático, o una referencia estática a un VSIM particular en un banco de SIM. Por ejemplo:

"sim = 0" significa que no debería asignarse ninguna SIM a esa WAN;

"sim = 1" significa que debería usarse el primer SIM local;
 "sim = 2" significa que debería usarse el segundo SIM local.
 "sim = 78.40.152.70:3:23" significaría que debería usarse el número 23 de SIM en una tarjeta 3 en el banco de SIM en la dirección IP 78.40.12.70.

5 El "vsim" variable toma tres parámetros separados por dos puntos. En particular, el "vsim" variable toma un código de país que indica el país actual, un nombre de operador de red que indica un operador de red requerido, y un indicador de uso de exceso que indica si se usará un SIM después de que se ha excedido su asignación de datos.

10 En el ejemplo anterior la configuración, por lo tanto, en el modo no gestionado, proporcionaría un SIM en funcionamiento activo en, y apropiado para, cada país en el que el tren 1 viaja. En el modo gestionado, cuando el tren está operando en los Estados Unidos, la WAN "wan1" solicitaría SIM para la red de T-Mobile y usaría SIM después de que se ha excedido su uso de datos, la WAN "wan 2" solicitaría SIM para la red de Verizon y no usaría SIM después de que se ha excedido su uso de datos, mientras la WAN "wan 3" no especifica un operador de red (de tal forma que se seleccionaría el operador de red más apropiado por el módulo de contabilidad y asignador de SIM activo), y no usaría SIM después de que se ha excedido su uso de datos.

20 Se apreciará que en el caso de que el controlador de SIM 30 solicite un SIM para un operador de red para el que no hay SIM adecuadas (por ejemplo, no hay SIM no asignadas o ninguna SIM para la que no se ha excedido el límite de uso de datos) en cualquiera de bancos de SIM 7a, 7b disponibles, la operación del módulo de contabilidad y asignador 32 es específica de aplicación. Por ejemplo, el módulo de contabilidad y asignador 32 puede continuar asignando SIM de un operador de red solicitado para el que se ha excedido el límite de uso de datos en lugar de asignar SIM de un operador de red diferente para las que no se ha excedido uso de datos. Como alternativa, el módulo de contabilidad y asignador 32 puede asignar SIM en un operador de red diferente antes de asignar SIM para las que se ha excedido el uso de datos.

30 El uso de zonas geográficas para modificar la asignación de SIM a módems de la CCU es únicamente un ejemplo de comportamiento de la CCU que puede configurarse para uso con zonas geográficas. Adicionalmente, información geográfica es únicamente un ejemplo del tipo de contextual información que puede usarse para derivar "zonas" que pueden configurarse para provocar la modificación de comportamiento de la CCU. En un nivel conceptual, por lo tanto, una zona es un conjunto arbitrario de criterios, contra el que puede evaluarse una CCU si está en la actualidad dentro de una zona, o fuera de una zona. Una zona puede definirse, por lo tanto, como una función de cualquier variable a la que la CCU tiene acceso. Tras la determinación de que "en zona X" evalúa como verdadero, la CCU se configura para realizar el comportamiento "Y". Tras abandonar una zona, la CCU vuelve a operar en o bien una manera por defecto o bien, en el caso de que la CCU pasa entre zonas, de acuerdo con condiciones establecidas por otra zona.

40 Como se describe anteriormente, una aplicación de zonas se basa en la posición geográfica actual de un tren. Zonas geográficas se definen como un área de tierra a través de la que un vehículo puede pasar. Se apreciará que zonas geográficas pueden definirse de cualquier forma apropiada. Por ejemplo, áreas geográficas pueden especificarse como polígonos en un mapa, con un número arbitrario de vértices. Ejemplos adicionales de zonas, son zonas basadas en tiempo y velocidad. Por ejemplo, una zona puede definirse como un lapso de tiempo que puede establecerse para repetirse en días específicos de la semana, en días específicos del mes, etc. Como un ejemplo más concreto, una zona basada en tiempo puede basarse en el conocimiento de que un tren está únicamente en servicio de 06:00 a 23:00 en días laborables y puede definirse un comportamiento apropiado (tal como deshabilitar módems durante las horas fuera de esa zona basada en tiempo).

Zonas de velocidad pueden definirse como a continuación, usando una variable de estado de "velocidad":

- 50
- zona = 'lenta' en la que 'velocidad' es menor de 80 km/h
 - zona = 'media' en la que 'velocidad' está entre 80 y 160 km/h
 - zona = 'rápida' en la que 'velocidad' es mayor de 160 km/h.

55 Variables de estado, tal como "velocidad" o "posición geográfica" anteriores se usan y definen por programas que operan en la CCU. Estas se crean en una base ad-hoc para adecuarse a las necesidades de los programas particulares que se están ejecutando. Como tal, no es necesario mantener una lista exhaustiva de variables disponibles que pueden formar la base de procesamiento de zona. En su lugar, pueden proporcionarse programas que operan en la CCU y un gestor de zonas que opera en la CCU con mecanismos de publicación/suscripción apropiados para permitir que el gestor de zonas detecte eventos dentro de esos programas.

60 Sin embargo, puede ser beneficioso mantener un número de variables bien definidas que existan siempre. Por ejemplo, variables de estado que registran intensidades de señal de radios a bordo de la CCU, o si se están usando WAN particulares, pueden mantenerse como un conjunto estándar de variables accesibles por el gestor de zonas.

65 Ya que zonas pueden definirse mediante cualquier variable, se apreciará que zonas pueden solaparse entre sí. La operación del gestor de zonas en la que se produce solapamiento de zonas es específica de operación. Una forma

de abordar zonas solapadas es mediante la creación de zonas agregadas. De esta manera, se proporciona un método sencillo de definir zonas basándose en múltiples criterios, o para agregar zonas más pequeñas en zonas más grandes. Zonas agregadas pueden ser una de dos tipos. Para un tipo 'O' de zona agregada, una CCU se considera que está dentro de la zona si la CCU está en cualquiera de las zonas constituyentes. Para un tipo 'Y' de zona agregada, la CCU se considera que está dentro de la zona únicamente si la CCU está en todas las zonas constituyentes. Esto permite, por ejemplo, que un país se defina como una serie de rectángulos usando la función de zona agregada 'o'. También permite la definición de una zona en la que el tiempo de inactividad de la CCU se permite únicamente, por ejemplo, dentro del área geográfica de un área de servicios Y entre las horas de 2 am y 4 am.

Como se ha indicado anteriormente, tras la detección por el gestor de zonas a bordo de la CCU de que la CCU está dentro de una particular zona, el gestor de zonas es responsable de provocar un cambio en un modo de operación de la CCU de una forma predefinida. En algunas realizaciones, el gestor de zonas puede alterar el valor de variables que definen dispositivos a los que se conecta la CCU. Como un ejemplo distinto del dado anteriormente con respecto al uso de SIM, en respuesta a la detección de cambios en una zona geográfica, el gestor de zonas puede alterar los valores de una variable de "Server_ip" que contiene una lista de agentes domésticos que deberían usarse por la CCU. Adicionalmente, pueden configurarse rutinas arbitrarias o programas para ejecutar tras la detección de la CCU moviéndose dentro o fuera de una zona. Por ejemplo, puede proporcionarse una rutina para cambiar el idioma de una "página de destino" presentada a usuarios a bordo del tren tras la determinación de que un tren ha cruzado la frontera de un país (e idioma).

Para facilitar el desarrollo de aplicación, y uso de zonas por aplicaciones de terceros, estados de zona pueden hacerse disponibles en una Base de Información de Gestión de Protocolo de Gestión de Red Simple (SNMP MIB) de la CCU. Una MIB puede proporcionar una tabla de longitud arbitraria, con una fila de la tabla por zona, conteniendo cada fila el nombre de la zona y su estado actual. Para facilitar la recuperación de esta información de la tabla de MIB, se especifica un índice para una zona particular.

Además de parámetros que se aplican a zonas específicas, cada zona es configurable con un número de variables por defecto, como se describe ahora. Zonas basándose en variables que tienen valores analógicos (tal como zonas geográficas o zonas de velocidad) pueden configurarse con un valor de histéresis para detener el estado de una zona 'biestable' cuando está cerca al valor umbral de la variable. Es decir, un valor de histéresis puede definir una cantidad por la que una variable debe exceder un umbral particular antes de que se desencadena en cambio en el estado de zona. Un tren situado en la frontera de dos países, por ejemplo, puede experimentar algo de "desviación de GPS" que provoca la apariencia de que el tren se está moviendo de un lado de la frontera al otro. Configurando una zona geográfica con un valor de histéresis de, por ejemplo, un kilómetro, la CCU debe viajar al menos un kilómetro en la zona antes de que el estado de zona se actualice. De manera similar, cuando abandona la zona, la CCU debe viajar un kilómetro más allá de la zona antes de que el estado de zona se actualice.

Pueden configurarse adicionalmente zonas con un periodo de antirrebote. Un periodo de antirrebote limita la velocidad en la que puede producirse el cambio de estado de una zona. De nuevo esto ayuda a garantizar que cuando una CCU está cerca de un límite de zona, el estado de zona no bascula constantemente. Un periodo antirrebote es usable para zonas definidas en relación tanto con variables digitales como analógicas como una forma de tratar con ruido, centelleo o 'Rebote'. Un valor antirrebote por defecto, medido en segundos, puede especificarse, que se aplica a cada zona a no ser que esa zona especifique un periodo antirrebote específico.

Cada zona puede configurarse con un atributo de fijación, que define el comportamiento de la zona cuando las entradas requeridas para determinar el estado de la zona no están disponibles. Si a zona no es fija y las entradas usadas para determinar si la CCU está dentro de que zona no están disponibles, la zona se mueve en su zona de 'fuera de zona'. Si, por otra parte, una zona es fija, entonces en el caso de que las entradas usadas para determinar si la CCU está dentro de que zona no estén disponibles, la zona 'se fija' a su último estado conocido. Por lo tanto, un tren que pierde su señal de GPS cuando entra en un túnel no provoca que la CCU abandone su país actual como se describe mediante una zona geográfica 'fija'. El valor de fijación de cada zona puede configurarse con un límite de tiempo, estando por defecto, por ejemplo, a 1 hora, después del cual cada zona vuelve a su estado por defecto. Como un ejemplo en el que el tiempo por defecto de fijación de una zona puede alterarse, si se conoce que un tren permanece en una cochera durante 6 horas por la noche sin ninguna señal GPS, entonces puede ser apropiado un valor de fijación de 6 horas mientras está en una zona 'in_shed'.

El atributo de fijación puede, en circunstancias particulares, resultar en situaciones de 'bloqueo' que no son recuperables. En particular, es concebible que una zona apague la entrada que hace la zona activa, mientras una fijación asegura que la entrada nunca se encienda de nuevo para reevaluar el estado de la zona. Definiendo límites de tiempo para la fijación de cada zona de fijación, puede asegurarse que las entradas para una zona se reevalúan.

Realizaciones de la presente invención se han descrito anteriormente y se apreciará que las realizaciones descritas no son de ninguna forma limitantes. De hecho, muchas variaciones a las realizaciones descritas serán evidentes para un experto.

REIVINDICACIONES

1. Un método de provisión de conectividad a un vehículo, comprendiendo el método en un primer dispositivo (2) configurado para estar a bordo del vehículo:

5 establecer al menos una primera conexión con al menos una primera red, permitiendo dicha al menos una primera conexión comunicación con un segundo dispositivo (7a, 7b) configurado para estar remoto de dicho primer dispositivo (2);
 10 transmitir a través de dicha al menos una primera conexión una petición de asignación a dicho segundo dispositivo (7a, 7b);
 recibir a través de dicha al menos una primera conexión una respuesta de asignación desde dicho segundo dispositivo (7a, 7b), indicando dicha respuesta de asignación un primer dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo (2);
 15 conmutar entre un primer estado, en el que un primer módem (11) de dicho primer dispositivo (2) usa un dispositivo de autenticación coubicado con el primer dispositivo (2), y un segundo estado, en el que dicho primer módem (11) usa dicho primer dispositivo de autenticación y un segundo módem (12) de dicho primer dispositivo (2) usa un segundo dispositivo de autenticación coubicado con el primer dispositivo (2);
 20 establecer con dicho primer módem (11) una segunda conexión con una red y autenticar dicho primer dispositivo (2) en la red usando dicho primer dispositivo de autenticación, comprendiendo autenticar dicho primer dispositivo (2) en la red transmitir datos de autenticación entre dicho primer dispositivo (2) y dicho primer dispositivo de autenticación a través de dicha al menos una primera conexión;
 recibir una indicación de un tercer dispositivo de autenticación desde dicha pluralidad de dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo (2);
 25 conmutar a un tercer estado en el que dicho segundo módem (12) usa dicho tercer dispositivo de autenticación; y establecer con dicho segundo módem una tercera conexión con una tercera red y autenticar dicho primer dispositivo (2) en dicha tercera red usando dicho tercer dispositivo de autenticación.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que establecer una segunda conexión con una red y autenticar dicho primer dispositivo (2) en la red comprende:

30 transmitir una petición de conexión a un cuarto dispositivo en dicha segunda red;
 recibir en respuesta a dicha petición de conexión un primer testigo de autenticación;
 transmitir dicho primer testigo de autenticación a dicho primer dispositivo de autenticación;
 35 recibir un segundo testigo de autenticación desde dicho primer dispositivo de autenticación; y transmitir dicho segundo testigo de autenticación a dicho cuarto dispositivo.

3. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además seleccionar una de una pluralidad de redes;
 40 en donde dicha petición de asignación comprende una indicación de dicha una seleccionada de dicha pluralidad de redes; y dicho primer dispositivo de autenticación se asocia con dicha una seleccionada de dicha pluralidad de redes.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha selección de una de dicha pluralidad de segundas redes se basa en respectivas intensidades de señal de dicha pluralidad de redes.

5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, cuando depende de la reivindicación 2, en el que dicho segundo testigo comprende un resultado de firmar dicho primer testigo con una clave mantenida por el primer dispositivo de autenticación.

6. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho primer dispositivo de autenticación es un módulo de identidad de abonado, SIM.

7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha red es una red GSM.

8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha primera conexión se establece usando el segundo dispositivo de autenticación coubicado con dicho primer dispositivo (2).

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que establecer dicha primera conexión comprende seleccionar dicho segundo dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación coubicados con dicho primer dispositivo (2).

10. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además determinar una ubicación geográfica, en donde dicha petición de asignación comprende una indicación de dicha ubicación geográfica determinada.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho primer dispositivo de autenticación se asocia con

dicha ubicación geográfica.

5 12. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicha respuesta de asignación comprende un tiempo de concesión y el método comprende adicionalmente transmitir una petición de concesión a dicho segundo dispositivo antes de la expiración de dicho tiempo de concesión.

13. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

10 recibir dicha petición de asignación en dicho segundo dispositivo (7a, 7b);
seleccionar en dicho segundo dispositivo (7a, 7b) un primer dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo (2); y
transmitir desde dicho segundo dispositivo (7a, 7b) a través de dicha al menos una primera conexión a dicho primer dispositivo (2) una respuesta de asignación, indicando la respuesta de asignación dicho primer dispositivo de autenticación.

15 14. Un sistema para proporcionar conectividad a un vehículo, comprendiendo el sistema un primer dispositivo (2) configurado para estar a bordo del vehículo, comprendiendo el primer dispositivo:

20 medios para establecer al menos una primera conexión con al menos una red, permitiendo dicha al menos una primera conexión comunicación con un segundo dispositivo (7a, 7b) configurado para estar remoto de dicho primer dispositivo (2);

medios para transmitir a través de dicha al menos una primera conexión una petición de asignación a dicho segundo dispositivo (7a, 7b);

25 medios para recibir a través de dicha al menos una primera conexión una respuesta de asignación desde dicho segundo dispositivo (7a, 7b), indicando dicha respuesta de asignación un primer dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo (2);

medios para conmutar entre un primer estado, en el que un primer módem (11) de dicho primer dispositivo (2) usa un dispositivo de autenticación ubicado con el primer dispositivo (2), y un segundo estado en el que dicho primer módem (11) usa dicho primer dispositivo de autenticación y un segundo módem (12) de dicho primer dispositivo (2) usa un segundo dispositivo de autenticación ubicado con el primer dispositivo (2);

30 medios para establecer con dicho primer módem (11) una segunda conexión con una segunda red y autenticar dicho primer dispositivo en la segunda red usando dicho primer dispositivo de autenticación transmitiendo datos de autenticación entre dicho primer dispositivo (2) y dicho primer dispositivo de autenticación a través de dicha al menos una primera conexión; y

35 medios para recibir una indicación de un tercer dispositivo de autenticación desde dicha pluralidad de dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo (2);

medios para conmutar a un tercer estado en el que dicho segundo módem (12) usa dicho tercer dispositivo de autenticación; y

40 medios para establecer con dicho segundo módem (12) una tercera conexión con una tercera red y autenticar dicho primer dispositivo (2) en dicha tercera red usando dicho tercer dispositivo de autenticación.

15. El sistema de la reivindicación 14, comprendiendo el sistema además el segundo dispositivo, comprendiendo el segundo dispositivo:

45 medios para recibir dicha petición de asignación en dicho segundo dispositivo (7a, 7b);

medios para seleccionar en dicho segundo dispositivo (7a, 7b) un primer dispositivo de autenticación de una pluralidad de dispositivos de autenticación remotos de dicho primer dispositivo (2);

50 medios para transmitir desde dicho segundo dispositivo (7a, 7b) a través de dicha al menos una primera conexión a dicho primer dispositivo (2) una respuesta de asignación, indicando la respuesta de asignación dicho primer dispositivo de autenticación.

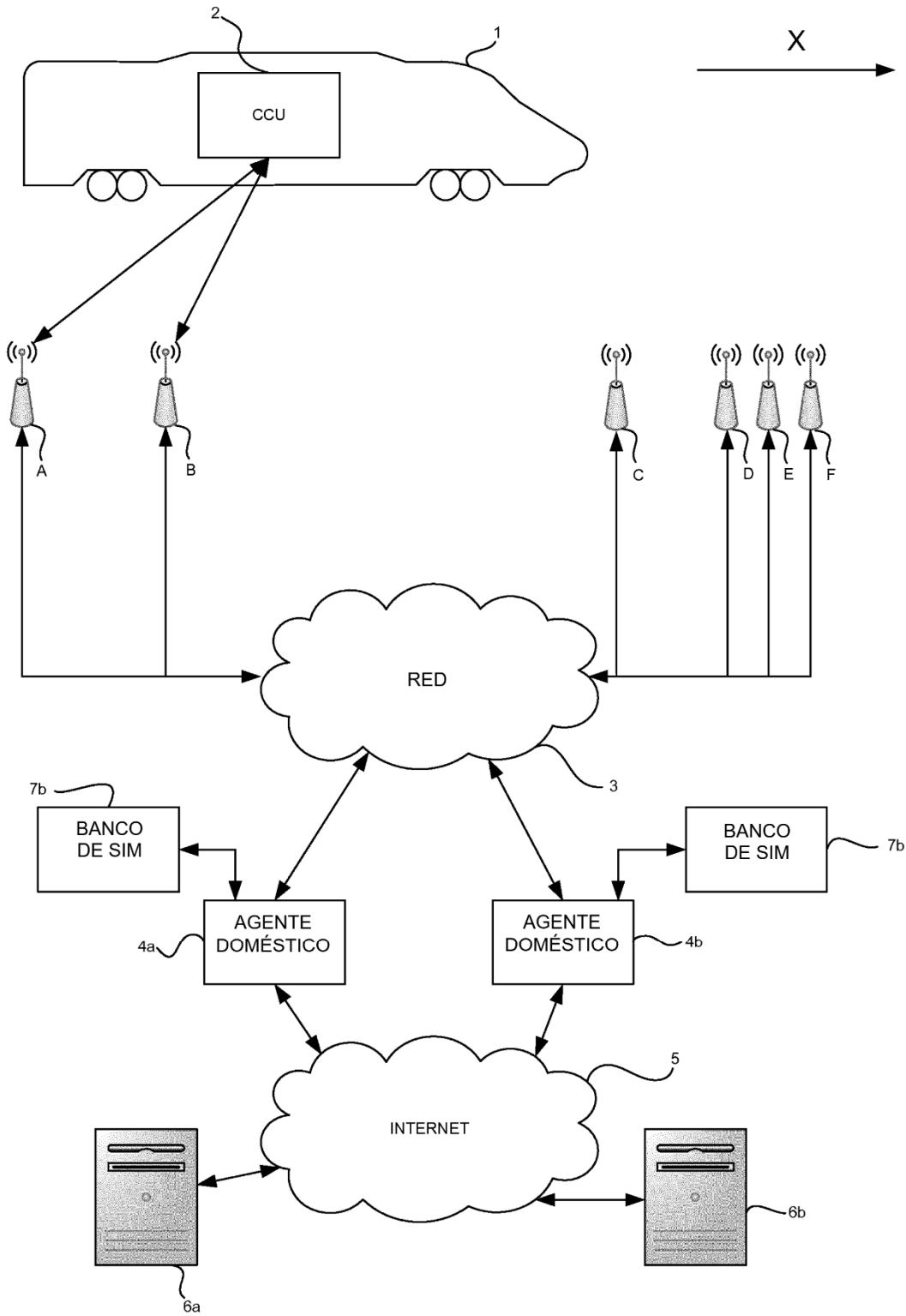


FIG 1

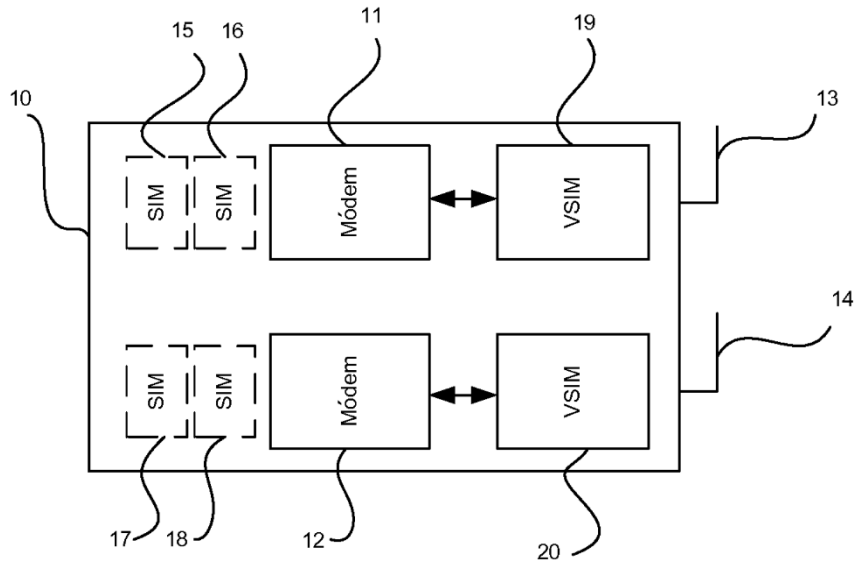


FIG 2

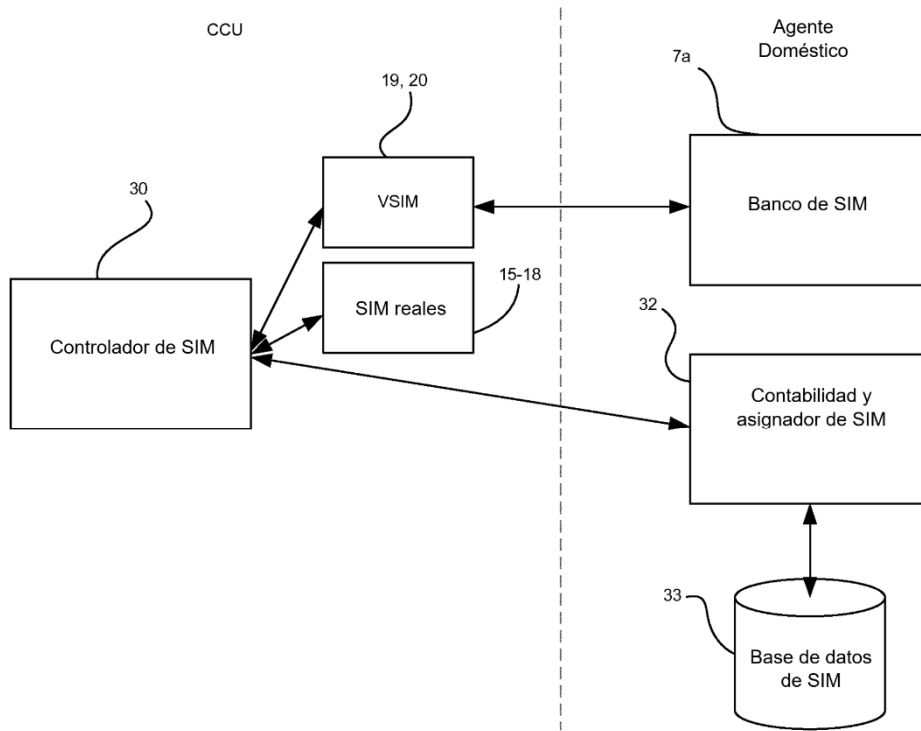


FIG 3a

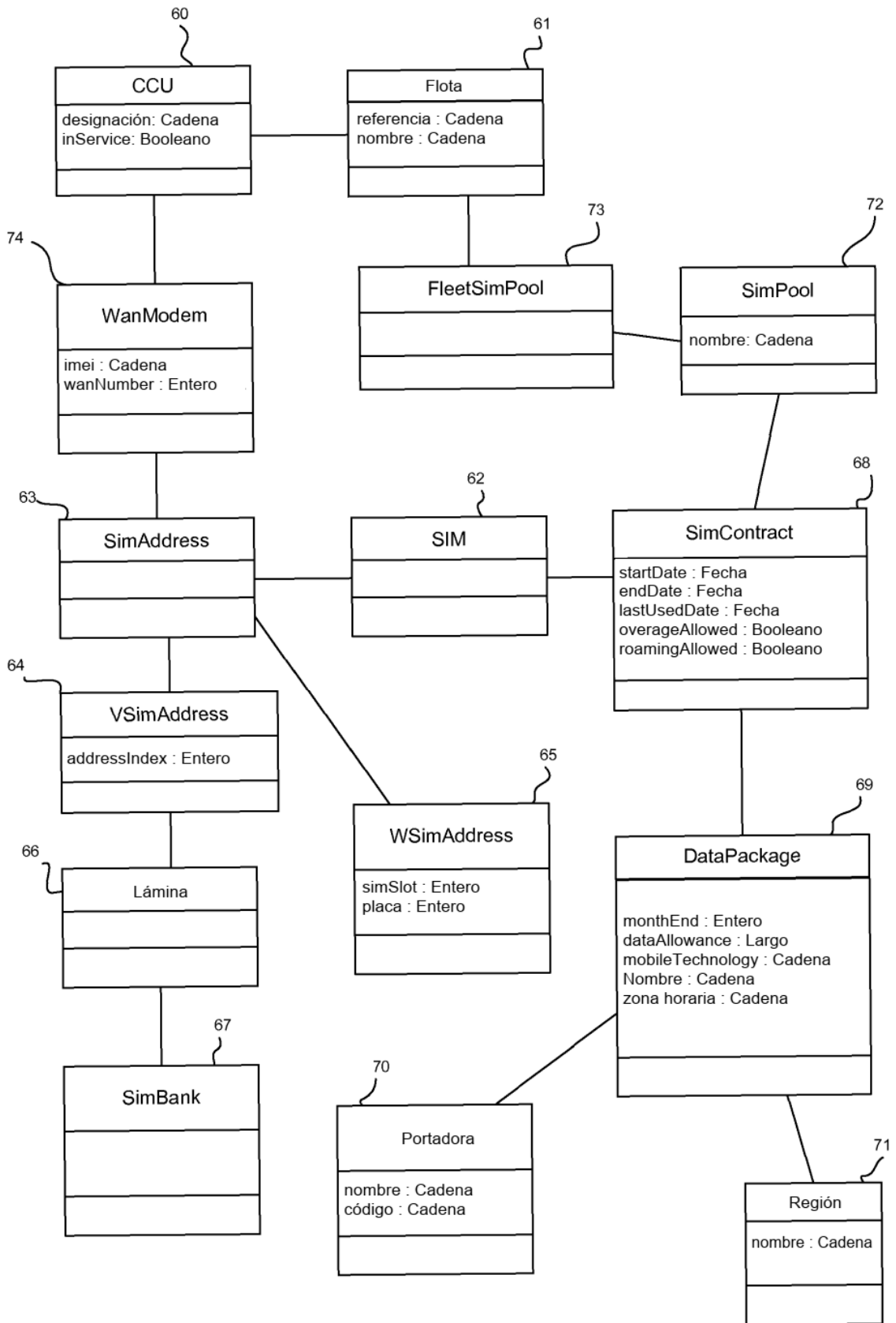


FIG 3b

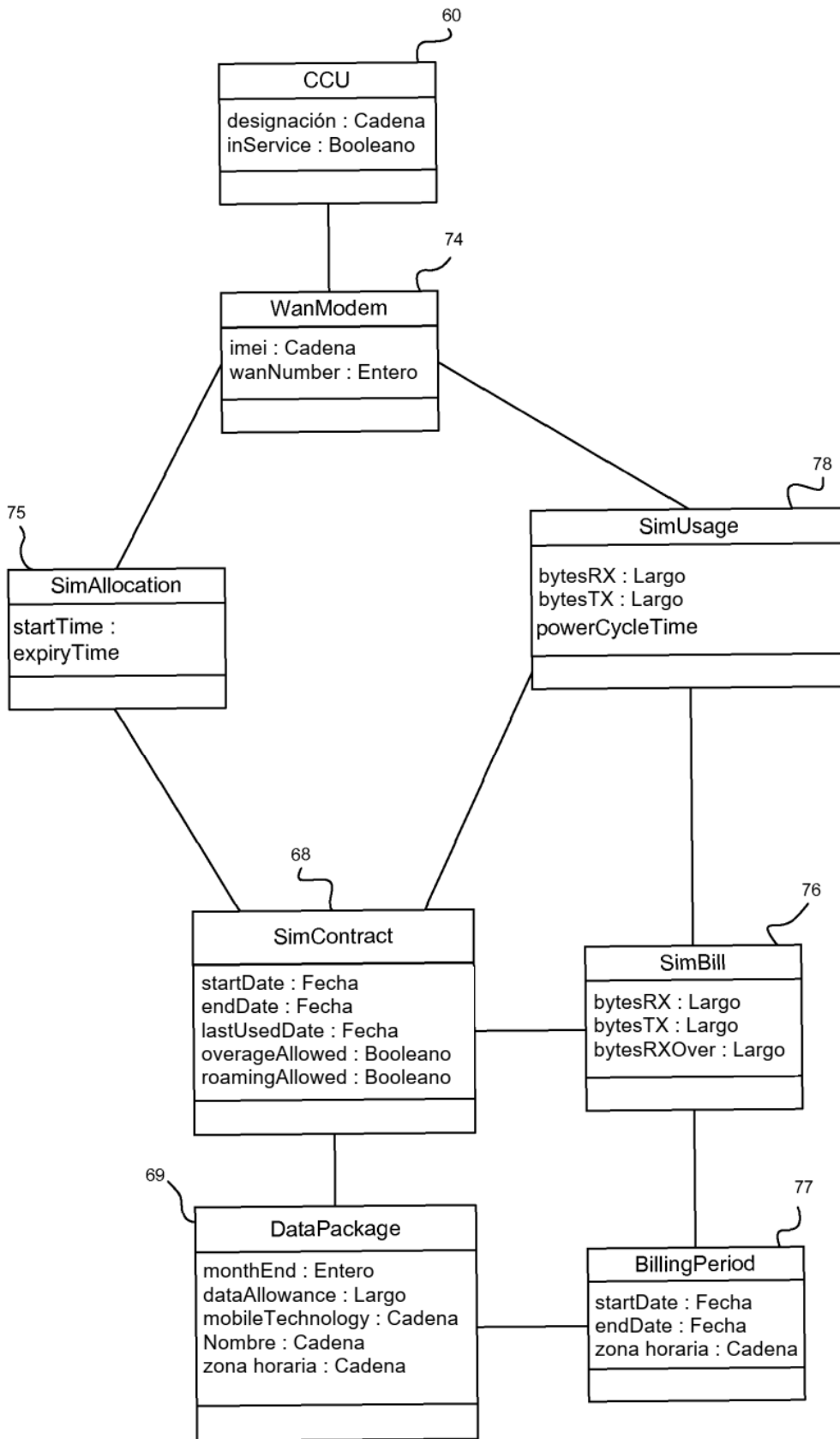


FIG 3c

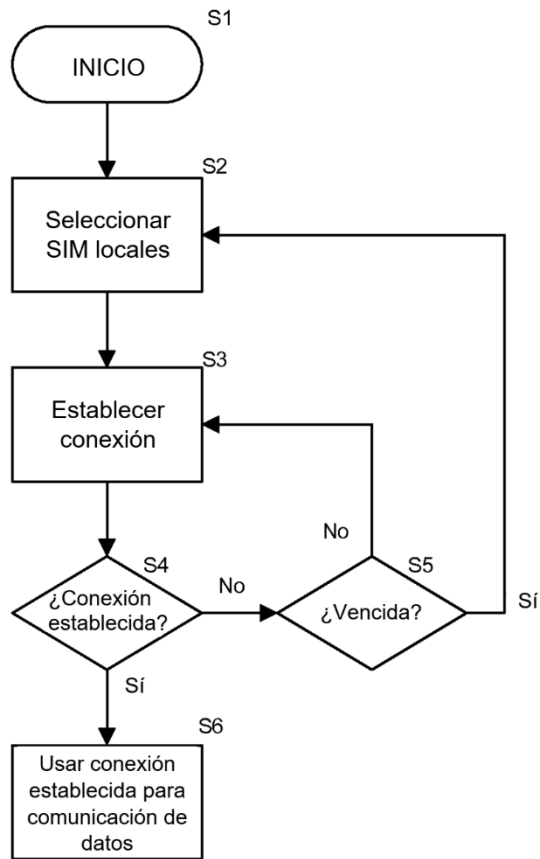


FIG 4

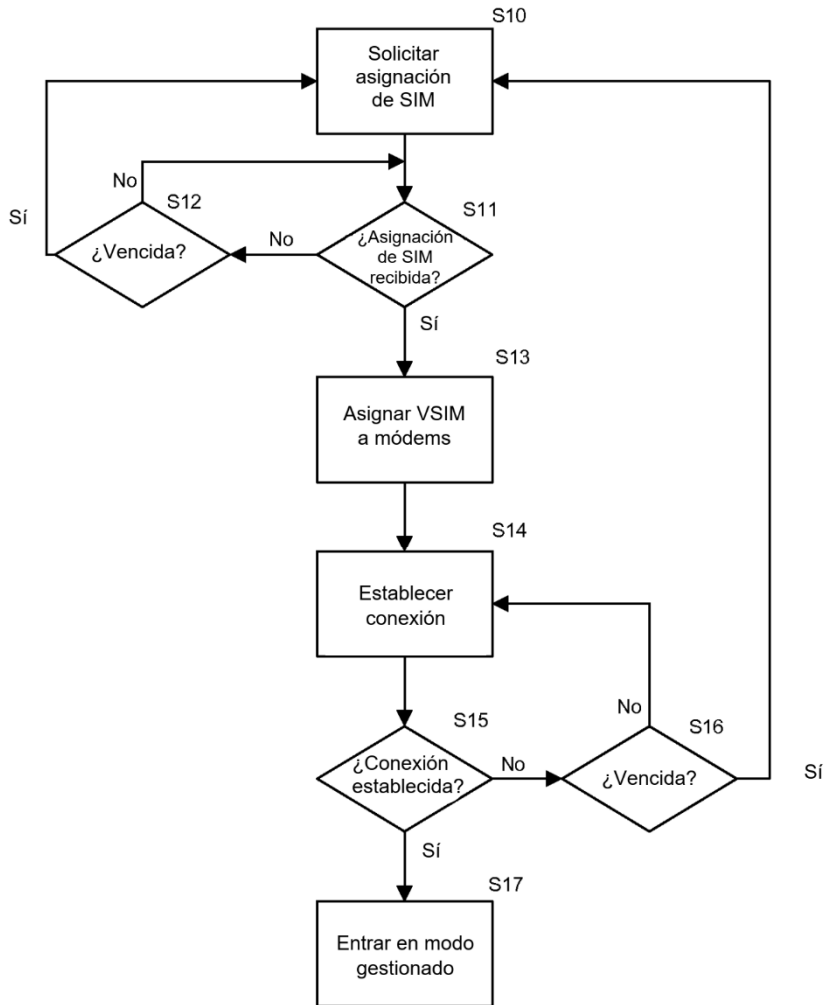


FIG 5

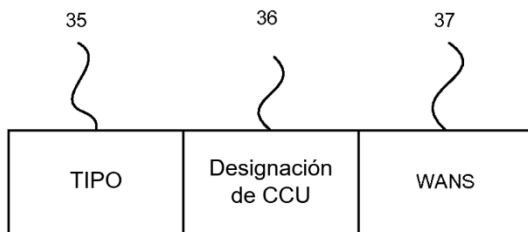


FIG 6

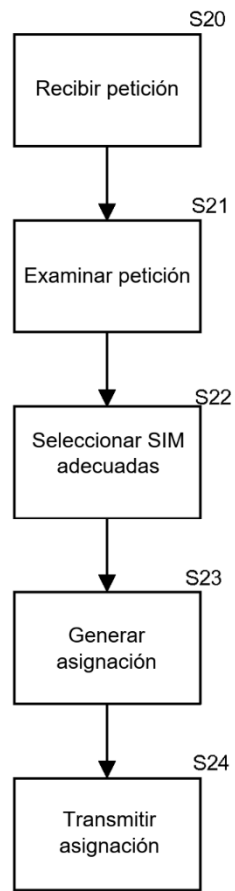


FIG 7

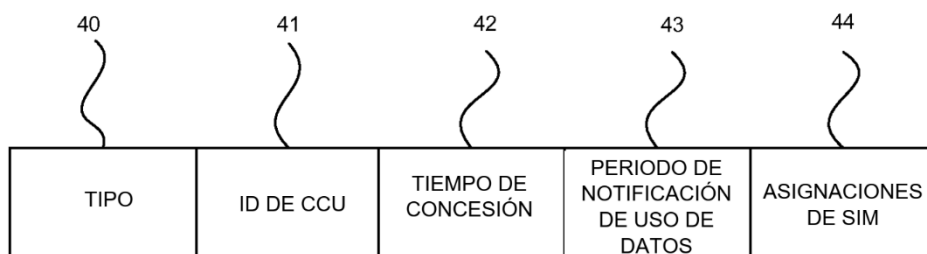


FIG 8

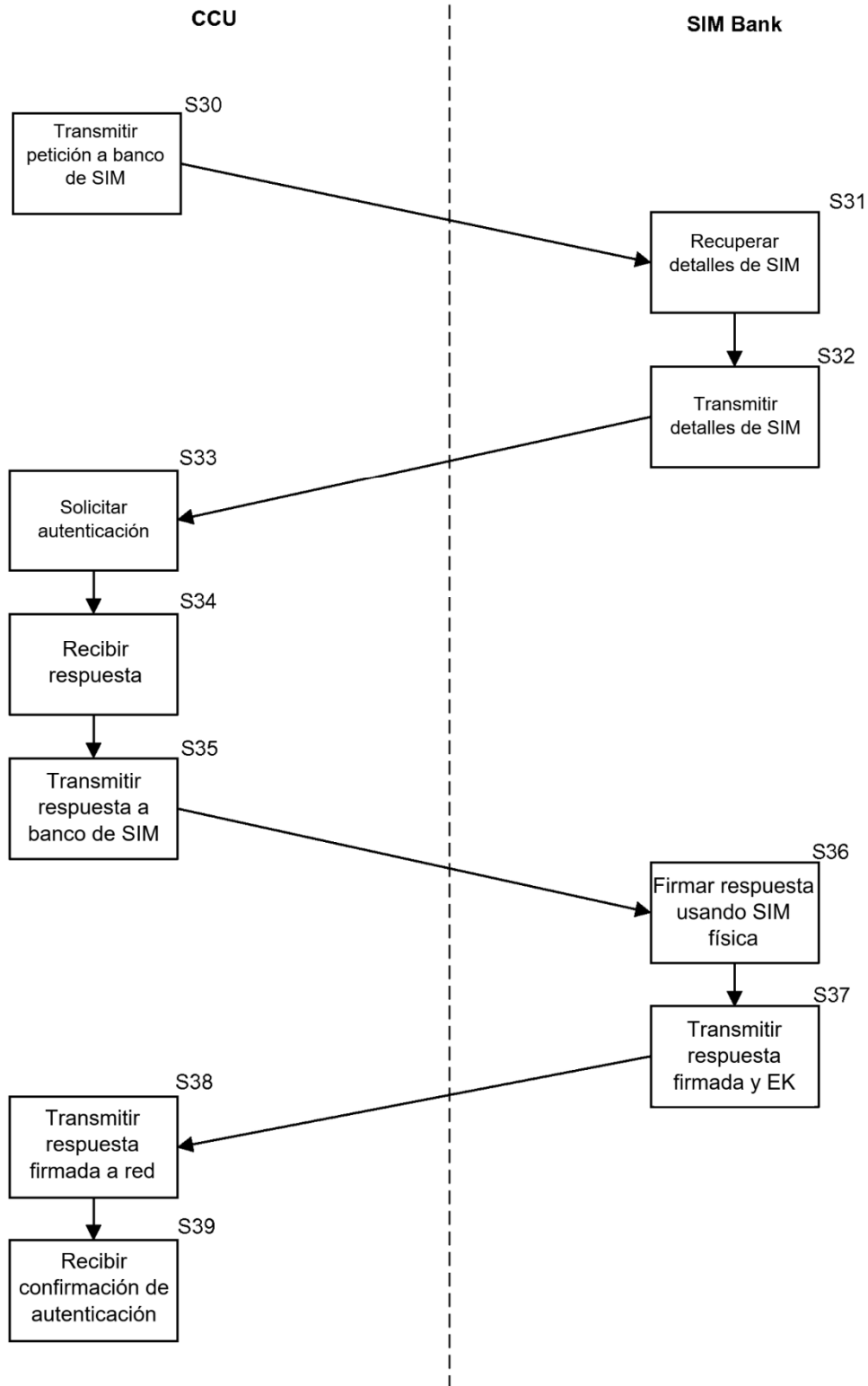


FIG 9

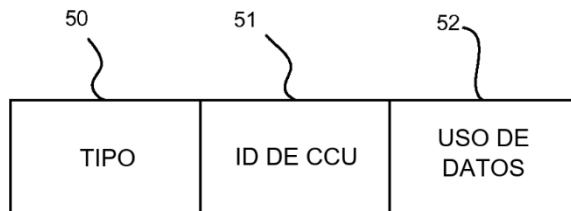


FIG 10