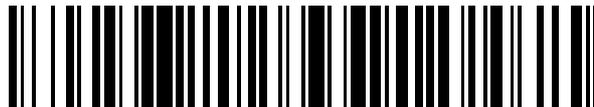


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 951**

51 Int. Cl.:

H04L 12/28 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01)

H04W 84/18 (2009.01)

H04W 28/16 (2009.01)

H04W 40/34 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.05.2011 PCT/EP2011/058202**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2011 WO11144712**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.05.2011 E 11722376 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2572474**

54 Título: **Arquitectura de red ad hoc**

30 Prioridad:

21.05.2010 FR 1002156

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

07.11.2017

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45 rue de Villiers
92200 Neuilly-sur-Seine, FR**

72 Inventor/es:

MARTIN, BÉATRICE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 640 951 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

Arquitectura de red ad hoc

5 La invención se refiere a una arquitectura de la pila de protocolos para una red sin infraestructura de tipo ad hoc adaptada para diferentes tecnologías de radio y diferentes formas de onda. Los equipos de radio de las redes en las que puede aplicarse la pila de protocolos según la invención se auto-organizan para comunicar entre sí utilizando la presente invención.

10 Las redes ad hoc evolucionan actualmente con diferentes calidades de servicio o QoS, desde la baja velocidad hacia una alta velocidad, con unas restricciones de latencia desde tiempo real hacia unas latencias relajadas (relaxed latency). Los servicios pueden estar o bien orientados a paquetes, o bien orientados a conexiones. Un ejemplo se encuentra en el documento EP 1289197. Uno de los principales problemas es garantizar la interoperabilidad en la gestión de la flota de terminales móviles, compuestos por equipos procedentes de varios fabricantes, en unas redes desarrolladas a diferentes niveles y para unas aplicaciones diversas. Los fabricantes ofrecen también unas interfaces normalizadas.

15 Otro objetivo es disminuir los costes de desarrollo, de producción y de mantenimiento mientras se conserva una cierta confidencialidad sobre el conjunto del contenido del producto final.

20 Existen unas arquitecturas para las redes celulares del mundo civil, en las que los enlaces de radio son reconfigurables en línea. Por ejemplo, se pueden citar los sistemas celulares. Desgraciadamente, estas arquitecturas se realizan para unas redes con un punto de acceso centralizado (comunicaciones con unas infraestructuras) y no integran el aspecto de red sin punto de acceso central, o red ad hoc, la retransmisión, la seguridad y la autoconfiguración.

Existen también unas arquitecturas para las redes de comunicación móviles privadas o PMR (Private Mobile Radio Communication) que integran un poco de seguridad y un poco de red de tipo ad hoc, pero el modo ad hoc está limitado a 2 terminales.

25 Existen también unas arquitecturas preliminares para unas redes ad hoc, por ejemplo, para la red de comunicación inalámbrica conocida bajo la abreviatura Wi-Fi descentralizada. Estas arquitecturas no son sin embargo suficientemente completas para soportar, por ejemplo, la movilidad de los terminales, un modo de transmisión adaptativo, una posibilidad de reconfigurarse, la supervisión a distancia, la posibilidad de integrar diferentes protocolos y algoritmos, etc. Estas arquitecturas son "cableadas" y no flexibles.

30 Para el aspecto de supervisión a distancia, existen unas soluciones en el sistema 3GPP (3rd Generation Partnership Project) para la supervisión de infraestructuras y de células y de zonas de cobertura, pero no de terminales ni de la red ad hoc. Las arquitecturas de la técnica anterior conocidas por el presente Solicitante no resuelven sin embargo los puntos siguientes:

- la retransmisión soportando a la vez unos servicios punto a punto y de difusión,
- el aspecto ad hoc (enrutado, autoconfiguración, etc.) en modo en plano o no jerarquizado (red sin implementación de papeles predominantes para la organización de los recursos o del enrutado en la red) como en modo agrupado y jerarquizado, y con supervisión.

Se dan a continuación en el presente documento algunas definiciones utilizadas para la descripción:

AHMM es un módulo de gestión de movilidad ad hoc,

RSN: un módulo de enrutado de radio,

40 RRC un módulo de gestión de los recursos de radio,

L2RTP es una capa o protocolo adaptado para tratar la retransmisión regenerativa en un paquete de datos, a nivel de radio entre unos grupos,

MAC: la capa de control de acceso al soporte.

45 En lo que sigue de la descripción, las expresiones pila de protocolos, arquitectura según la invención, se utilizan para designar el mismo objeto.

50 La invención se refiere principalmente a una pila de protocolos que se basa en la inserción y la disposición de nuevos módulos mediante mecanismos "en 2 etapas" para la gestión de los recursos de radio, un proceso lento en el módulo de gestión de los recursos de radio RRC, un proceso rápido en la capa MAC más conocido bajo la expresión anglosajona "Medium Access Control", los acoplamientos RRC/RSN, RSN/AHMM y la manera de organizar la optimización inter-capas alrededor de estos módulos que se apoyan sobre unas informaciones subidas por todas las otras capas; el hecho de que una parte del módulo de gestión de movilidad AHMM se lleve en el plano de acceso para gestionar la movilidad entre grupos en las soluciones de agrupaciones (o agrupadas); para la gestión de los trasposos automáticos intercelulares o en anglosajón "handover", está en el módulo RRC.

55 Para el aspecto de retransmisión, la pila de protocolos según la invención soporta varios modos: transparente y regenerativo.

La invención se refiere a una pila de protocolos para red de tipo ad hoc que comprende unos módulos existentes de arquitecturas de tercera generación o 3GPP, comprendiendo dicha pila de protocolos un plano de acceso a radio, un módulo de gestión AHMM y un módulo de control de recursos de radio RRC, pudiendo organizarse dicha red de tipo ad hoc en varios grupos o agrupaciones caracterizada porque dicha pila incluye además dichos elementos siguientes:

- Un módulo de enrutado RSN dispuesto entre el módulo de gestión AHMM y el módulo de control de recursos de radio, siendo gestionada una parte de la gestión de movilidad en el plano de acceso con el fin de gestionar unas transferencias o “handovers” entre los grupos, en el caso de una red organizada en grupos de usuarios o “agrupada”,
- El módulo RRC está adaptado para gestionar las decisiones de “handover” y la gestión de los recursos de radio,
- Comprendiendo además dicha pila de protocolos, una capa L2RTP adaptada para tratar la retransmisión regenerativa a nivel de radio en un paquete de datos,
- Un plano de seguridad que permite aislar unas funciones de seguridad.

Los módulos AHMM/RSN/RRC se asocian por ejemplo de manera que centralicen los tratamientos de optimización inter-capas limitando el volumen de los intercambios de información inter-capas, estando interrelacionado este ensamblaje por el plano de control en el conjunto de las otras capas y funciones de la forma de onda utilizada en la red.

La arquitectura puede incluir además un módulo de supervisión a distancia OAM.

Según una variante de realización, la arquitectura incluye un módulo de supervisión local OAM, en cada uno de los nodos de la red ad hoc.

Según otra variante de realización, en el módulo de control de los recursos de radio, la pila de protocolos incluye un proceso lento y el módulo de control de acceso al medio o MAC está adaptado para secuenciar el acceso al soporte físico de una forma en tiempo real y realizar unas adaptaciones rápidas del formato de transmisión de los datos entre un conjunto de formatos suministrados por el módulo RRC, sobre una base de trama a trama, y de acuerdo con diferentes tipos de fluctuaciones tales como las variaciones del flujo de origen, la configuración de la transmisión discontinua, la calidad de servicio ofrecida por los diferentes caminos de retransmisión.

La pila de protocolos incluye, por ejemplo, una etapa de reconfiguración dinámica de los algoritmos de las capas RSN y RRC.

Según un modo de realización, la pila de protocolos incluye una etapa de reconfiguración de los algoritmos de gestión de los recursos de radio de RRC y una etapa de reconfiguración de las capas MAC y PHY.

Surgirán mejor otras características y ventajas del dispositivo según la invención con la lectura de la descripción de un ejemplo de realización dado a título ilustrativo y en ningún caso limitativo anexo por unas figuras que representan:

- la figura 1, un sinóptico del perímetro de aplicación de la arquitectura según la invención
- la figura 2, la arquitectura de calidad de servicio o QoS según la invención,
- la figura 3, un sinóptico completo de la arquitectura según la invención,
- la figura 4, un ejemplo de protocolo en el plano de usuario,
- la figura 5, las transiciones de papeles o estados tomados por un nodo,
- la figura 6, un ejemplo para los intercambios simplificados inter-capas a partir de una red plana, no jerarquizada y reconfigurada dinámicamente en el curso de la operación en una organización con enrutado jerárquico, y
- la figura 7, un ejemplo de implementación del procedimiento y de la pila de protocolos según la invención.

El perímetro de la arquitectura propuesta se refiere, principalmente, al plano de acceso, es decir a las funcionalidades entre, por un lado, la radiofrecuencia RF y por otro lado la aplicación y el enrutado inter-redes.

En resumen, la pila de protocolos o pila protocolaria según la invención se basa en un esqueleto heredado de los sistemas celulares, tales como los sistemas de tercera generación 3GPP, en los que se intercala un módulo de enrutado RSN entre la gestión de movilidad AHMM y el control de recursos de radio RRC. En la presente invención, una parte de la gestión de la movilidad se introduce en el plano de acceso para gestionar unas “transferencias de enlaces de radio” o “handovers” entre zonas de cobertura, y, en el caso de una solución “agrupada”, entre agrupaciones. La pila de protocolos es compatible con varios métodos de enrutado; en plano, agrupada, y con posibilidad de paso de un modo a otro en el transcurso del funcionamiento.

Se ha añadido una capa L2RTP para tratar la retransmisión regenerativa (caso de regeneración del paquete) en el nivel de radio. La pila de protocolos incluye también una posibilidad de supervisión a distancia con un módulo OAM. Por seguridad, se ha introducido un plano en paralelo. Este plano tiene igualmente por función aislar las funciones de seguridad en una tarjeta que gestiona la seguridad tal como una tarjeta comercializada bajo la marca INFOSEC y que permite a este plano de seguridad controlar todas las capas de activación/configuración/inhibición.

Es posible igualmente una supervisión local con el módulo OAM, lo que es compatible con la lógica de radio SDR.

5 La figura 1 esquematiza un ejemplo de la arquitectura según la invención encargada de los protocolos que son relativos al medio de transmisión, es decir, la interfaz de radio de manera que gestione todas las características de la capa física en la realización en red ad hoc. La pila de protocolos según la invención se diseña principalmente de manera que se interconecte con otras redes para establecer una red compatible con IP a través de la noción de las interfaces abiertas normalizadas.

10 Utilizando una analogía con el lenguaje civil de las redes celulares 2G/3G, el campo de la arquitectura según la invención corresponde al campo del acceso "Access Stratum" es decir a las capas de acceso físico, como se ilustra en la figura 1. Las interfaces con unas capas funcionales no de acceso NAS o "non access stratum" son normalizadas por unas clases de servicio o CoS.

15 A la altura más elevada, la arquitectura según la invención se interrelaciona con las fuentes 11 de tráfico, tales como tráfico de Internet IP o no IP, y el enrutado 10 inter-redes. La arquitectura según la invención toma a su cargo el enrutado de los caminos de radio multisalto en el interior de una cobertura de radio dada. A la más baja altura, la arquitectura o pila de protocolos según la invención se interrelaciona con el módulo de radiofrecuencia RF a través de un convertidor 13 de RF, es decir en el nivel de símbolos modulados.

La arquitectura según la invención ofrece unas facilidades para cifrar unos datos además del procedimiento de cifrado aplicado en el nivel aplicativo (nivel de aplicación). Esto permite principalmente la protección del protocolo de señalización intra-red. Se soportan también unos protocolos de seguridad, la protección de los datos y de la señal física.

20 Una interfaz con las operaciones de mantenimiento OAM, 15, permite una supervisión local y/o a distancia.

Como opción, la arquitectura o pila de protocolos según la invención puede interrelacionarse con un receptor de geolocalización y sistema de navegación por satélite conocido bajo la abreviatura anglosajona "GNSS" para las funciones de sincronización y de localización.

25 La figura 2 esquematiza la parte de calidad de servicio ofrecida por la arquitectura según la invención en el nivel de una red 20 ad hoc que comprende, por ejemplo, un nodo 21 de origen, un nodo 22 de retransmisión, un nodo 23 de interconexión y un terminal 24 que puede pertenecer a la misma red o a una red diferente. La calidad de servicio completa se gestiona en el nivel de la capa funcional NAS con el soporte de la capa de acceso. Por ejemplo, para los servicios IP, la colaboración entre las capas de acceso y las capas NAS se realiza con el campo que permite la atribución de niveles de servicio al tráfico de red o DSCP (Differentiated Services Code Point) de las clases de servicio CoS requeridas.

30 En el seno de una capa de acceso, se definen dos niveles de calidad de servicio QoS: en el nivel de enlace de radio entre dos nodos vecinos y en el enrutado entre unos nodos frontera (fronteras entre redes).

35 Una clase de servicio CoS se convierte en calidad de servicio QoS de la interfaz de radio según la invención durante la fase de negociación cuando se establece el servicio. La calidad de servicio de la arquitectura según la invención se caracteriza por: una velocidad máxima/mínima, un retardo de transferencia máximo, la variación del retardo de fluctuación (o "jitter"), la tasa de error, la prioridad, el número máximo de saltos de radio, etc. Estos parámetros de calidad se convierten en parámetros de enrutado (mediante el algoritmo de enrutado) y los parámetros de transmisión (modulación, codificación del canal de transmisión, etc.).

40 Los mecanismos para gestionar/ofrecer la calidad de servicio se conocen de la técnica anterior y no se volverán a describir.

Pila de protocolos

45 La pila de protocolos de la arquitectura según la invención hereda una estructura de capa de interconexión de sistemas abiertos u OSI y se enriquece con un planteamiento de optimización inter-capas (conocida bajo la abreviatura anglosajona "cross-layer") para la gestión del aspecto ad hoc y de la seguridad. Soporta también la estructura de niveles de información de las normas 3G, es decir, los canales lógicos, de transporte y los conceptos de formato de transporte asociados, los canales físicos y los formatos de transmisión asociados.

50 La pila de protocolos según la invención se realiza en 4 planos (figura 3): un plano 30 de usuario, un plano 31 de control, un plano 32 de gestión y un plano 33 de seguridad. El plano de usuario sigue las reglas OSI conocidas para un experto en la materia mientras que los planos de control, seguridad y gestión realizan la transversalidad para la optimización inter-capas.

El plano 30 de usuario toma a su cargo unos intercambios de datos (tráfico de usuario y señalización) a la altura de la interfaz de radio. La comunicación entre las capas se realiza con unas primitivas de servicios a través de puntos de acceso de servicio de datos conocidos bajo la abreviatura anglosajona "SAP" (por Data Service Access Points).

El plano 31 de control configura el plano 30 de usuario y gestiona principalmente la movilidad, la asignación de

recursos de radio, el enrutado y la retransmisión. La comunicación transversal con las capas se gestiona o negocia a través de los puntos de acceso de control (control SAP). El plano 31 de control se organiza de manera que permite unas optimizaciones inter-capas conocidas para el experto en la materia apoyándose en unas informaciones subidas por las diversas capas, pudiendo reagruparse las funciones de control.

- 5 El plano 33 de seguridad toma a su cargo las diferentes características de seguridad y este plano se configura en función del nivel de seguridad requerido para una autorización dada de la interfaz de radio. Asegura las capas de protocolo a través de los puntos de acceso de servicio SAP de seguridad.

10 El plano 32 de gestión garantiza principalmente una configuración adecuada y una supervisión de las capas. Es compatible con las exigencias SDR. Accede a las capas de protocolo a través de los puntos de acceso SAP de gestión.

Una asociación de los módulos AHMM/RSN/RRC en el plano 31 de control permite centralizar los tratamientos de optimización inter-capas limitando el volumen de los intercambios de información inter-capas, estando interrelacionado este ensamblaje por el plano de control en el conjunto de las otras capas y funciones de la forma de onda.

- 15 Un ejemplo de pila de protocolos según la invención se ilustra en la figura 3.

20 La subcapa de convergencia CS, 35, asegura la interfaz con los diferentes tipos de servicios y gestiona las sesiones (protocolo de Internet IP, conexión orientada, mensajes cortos sin conexión, etc.). Utiliza los servicios de gestión de movilidad para acceder a una zona de cobertura de radio. El módulo de gestión de la movilidad AHMM, 36, toma a su cargo el soporte de la movilidad en las zonas de radio cubiertas y en los mecanismos tales como la afiliación y en el caso de agrupaciones (o clustering), la movilidad inter-agrupación (handover) y la investigación de la estación (o paging) en la zona de cobertura. En el caso de agrupación jerárquica, el AHMM gestiona las zonas de localización (grupos de zonas cubiertas por los enlaces de radio). El AHMM está bajo el control del plano de seguridad para la autenticación de las entidades participantes. El AHMM llama a unas bases de datos distribuidas entre los diferentes equipos de la red ad hoc.

25 El AHMM utiliza la entidad RSN, 37, para acceder a las rutas de la zona de cobertura. El RSN realiza el enrutado ad hoc de radio como complemento del enrutado NAS (Non Access Stratum) es decir, todas las funciones que intervienen en el proceso de enrutado, tales como la detección de presencia de un equipo de radio, la construcción de la lista de vecinos y de rutas, la selección de la ruta, etc. Puede soportar a la vez los protocolos reactivos y proactivos. En el caso de un enfoque mediante agrupación o grupo (cluster), el módulo RSN toma a su cargo la gestión de un grupo (creación, modificación, borrado de los equipos de radio declarados en un grupo). El RSN utiliza el control de recursos de radio RRC, 38, para adaptar las decisiones de enrutado a las condiciones de radio y para activar de manera efectiva un enlace de radio asociado a una ruta virtual.

35 El RRC controla la configuración para unos accesos a los recursos de radio localizados en un nodo en el caso de red plana, no jerarquizada. Es el que decide el valor de la frecuencia de la portadora a utilizar y el conjunto de los modos de transmisión (esquema de codificación, protección de ARQ, etc.) que pueden satisfacer los requisitos de calidad de servicio QoS. Esto incluye la configuración entre múltiples salidas múltiples, más conocida bajo la abreviatura anglosajona "MIMO" cuando está activado el MIMO. En el caso de una agrupación (cluster), la instancia del protocolo RRC localizado en el equipo designada como el jefe del grupo controla los recursos de radio de los nodos localizados en su zona de cobertura y les informa de los parámetros que se les asignan. El jefe de grupo es capaz de colaborar con los jefes de grupos adyacentes. El RRC gestiona el estado del enlace de radio. A este propósito, el RRC recoge y filtra las medidas de las capas base, así como las medidas enviadas por las entidades participantes para la instancia de RRC localizada en el jefe de grupo, en el caso de agrupación; el RRC reconfigura en consecuencia los recursos de radio. El RRC gestiona también el equilibrio de las cargas entre los enlaces de radio, el control de los parámetros de potencia a largo plazo (reducida frecuencia de modificación) y a corto plazo (modificación rápida de los parámetros del control de potencia). El RRC implementa unos algoritmos que dependen del esquema de acceso múltiple. En el caso del modo de codificación DS-CDMA, gestiona la macro-diversidad (enlaces implicados en el enrutado cooperativo). En el caso de codificación de acceso múltiple de tipo TDMA (time division multiple access) y/o OFDMA (orthogonal frequency division multiple access), el RRC gestiona la sincronización de la subred, así como el protocolo de regulación de avance temporal de las emisiones.

50 AHMM, RRC y RSN pertenecen al plano 31 de control. Sus señalizaciones PDU (protocol data units) se transmiten a la capa de control del enlace de radio RLC en el plano de usuario para la transmisión a sus entidades homólogas. AHMM, RRC y RSN se reagrupan y realizan unas optimizaciones inter-capas apoyándose en unas informaciones procedentes de las diversas otras capas y recibidas en el plano de control.

55 La capa de convergencia de datos de la subred 39 conocida bajo el acrónimo anglosajón SNDC (Sub Network Dependent Convergence) adapta el flujo de tráfico IP a la interfaz de radio. La capa de convergencia soporta a la vez los flujos del protocolo de Internet IPv4 y del protocolo de Internet IPv6. Puede activarse la compresión del encabezado y pueden utilizarse varios protocolos conocidos para el experto en la materia. Puede crearse por flujo de tráfico una instancia del SNDC.

El control de difusión broadcast/Multicast 40 de la capa de control de difusión conocida bajo el acrónimo anglosajón BMC (Broadcast/Multicast Control) adapta los flujos de datos de broadcasting/multicasting a la zona de cobertura. Gestiona también la notificación de servicios a los destinatarios, notificación que les permite activar la recepción de un servicio deseado.

- 5 El protocolo de la capa L2RTP, 41, proporciona unos túneles para la retransmisión regenerativa en la que el formato de transmisión no es necesariamente idéntico entre la recepción y la retransmisión. Debido a que el enrutado puede ser multi-camino (varios caminos en paralelo), un bloque de información puede duplicarse en un nodo de retransmisión. El L2RTP gestiona los mecanismos para evitar unas duplicaciones no necesarias.

La capa de convergencia de datos de subred SNDC, el módulo L2RTP y BMC pertenecen al plano de usuario 30.

- 10 Todas las capas que se han descrito utilizan la capa de control del enlace de radio RLC para transmitir sus PDU a su entidad pareja.

- 15 El RLC genera la transferencia de datos (sea del tráfico, sea de la señalización) en un salto de radio. Gestiona los modos de transferencia conocidos en el estado de la técnica: transparente, reconocido, no reconocido. Para ello, implementa varios procedimientos tales como la segmentación y el reensamblaje, la detección de duplicación y la corrección de error ARQ. El RLC soporta al restablecimiento de enlaces en el caso de una suspensión temporal de un enlace de radio debido a la pérdida/a la recuperación o al paso a modo silencio. El RLC puede configurarse para reenviar la tasa de error de transferencia al RRC. Puede crearse por flujo de información una instancia del RLC.

- 20 La capa de control de acceso al medio o MAC, 50 (figura 4), secuencia el acceso al soporte físico de un modo en tiempo real y realiza unas adaptaciones rápidas del formato de transmisión entre el conjunto de los formatos proporcionados por el RRC, basándose en un modo de trama a trama y según diferentes tipos de fluctuaciones tales como las variaciones de velocidad de la fuente de datos, la configuración de transmisión discontinua DTX, etc. La MAC aplica unas prioridades entre los flujos del RLC, 51. La capa de control MAC gestiona también los mecanismos de acceso múltiple conocidos bajo el acrónimo anglosajón CSMA (Carrier Sense Multiple Access) o unos accesos aleatorios (según el tipo de acceso que esté activado). Esta misma capa MAC ejecuta una vigilancia de las señales vecinas e informa al RRC (transmite la información de detección al RRC que activa o no la decodificación del mensaje, para la cooperación con el descubrimiento de la ruta implementado en RSN). La capa MAC puede configurarse por el RRC para reenviar las medidas de calidad de tráfico/señalización y las medidas de volumen de datos. La capa de control MAC implementa el avance temporal en el caso de acceso de tipo TDMA y/u OFDMA.

- 30 Además del cifrado que puede realizarse en la fuente de tráfico en el NAS, el cifrado de la señalización o de los bloques de datos puede realizarse en el MAC/RLC bajo el control del plano de seguridad.

- 35 La capa física PHY, 52, implementa el tratamiento de la señal, es decir la modulación, la codificación de canal y el entrelazado, la detección de error por código corrector de error CRC, el tratamiento de las retransmisiones a la altura de la capa física ARQ híbrida si está activada esta última, el enmarañado (o en anglosajón "Scrambling") de los bits y de los símbolos. Con la codificación de accesos múltiples CDMA, la capa física PHY implementa el escalonamiento y la macro-diversidad. En el caso del CDMA o bien de la codificación ortogonal en frecuencia OFDM, la capa PHY implementa el control rápido de potencia y el tratamiento MIMO. La protección de la señal física (TRANSEC) puede implementarse en la capa física PHY o externalizarse según la arquitectura de seguridad requerida.

- 40 Cada capa implementa un protocolo entre pares (conocido bajo la expresión anglosajona "peer-to-peer") y el intercambio de unidades de datos de protocolo PDU (protocol data units) asociado, con la entidad homóloga localizada o bien en el nodo vecino para las capas base o bien en el nodo destinatario multi saltos para las capas superiores, como se ilustra en el plano de usuario en la figura 4 en el ejemplo de retransmisión regenerativa. Los protocolos y los PDU son unos candidatos potenciales para la normalización para una interoperabilidad inter-equipos mientras que los algoritmos de decisión que optimizan el rendimiento de la arquitectura según la invención pueden permanecer propietarios. Las primitivas de servicios podrían normalizarse según la granularidad que se decida para la normalización SDR.

Redes en plano y/o redes organizadas en grupos

- 50 La pila de protocolos según la invención soporta a la vez el enrutado en plano, expresión conocida para el experto en la materia y el enrutado organizado en grupos. La organización jerárquica también está soportada y, a priori, podría reservarse a unos escenarios en los que un nodo se convierte en el punto de acceso centralizado de la red para la señalización y el tráfico (ejemplo, escenario ATH/NLI). La transición dinámica entre el modo en plano y el modo de grupo y jerarquizado se asegura por la reconfiguración del RRC y del RSN sin modificar el comportamiento de la arquitectura. Se da a continuación un ejemplo con el protocolo de enrutado dinámico OLSR (Optimized Link State Routing Protocol) y el protocolo jerarquizado HOLSRL (Hierarchical OLSR). Se puede observar que protocolo OLSR es compatible y puede gestionar unas redes muy extendidas utilizando una extensión "fisheye" (término consagrado en el campo técnico) o utilizando la versión jerarquizada HOLSRL.

En función de la topología actual de la red, es decir, dependiendo del número de nodos en una vecindad dada o en

una proximidad, los nodos son capaces de asumir varios papeles de los que se dan ejemplos en el presente documento a continuación.

Nodo miembro, es decir, un nodo ordinario cuya instancia de RRC puede ejecutarse en dos modos:

- 5
- 1 - en ausencia de un jefe de grupo en la vecindad: elección autónoma de los recursos de radio en colaboración con MAC (configuración en plano),
 - 2 - el modo esclavo, es decir, el uso de los recursos de radio está sometido al jefe de grupo al que está asignado; el RRC implementa los mensajes de protocolo para unas solicitudes de recursos, unas recepciones de asignación y la ejecución.

10

Jefe de grupo: la instancia de RRC localizada en el jefe del grupo implementa el protocolo y el algoritmo para el control y la asignación de los recursos de radio a los otros nodos. Esto se adapta típicamente cuando la densidad de nodos aumenta.

Nodo pasarela: realiza la interfaz entre dos o más de dos grupos (y pertenece a estos grupos).

15

Nodo jefe de grupo y nodo pasarela: combinación de dos papeles. Esto significa la adopción de una estructura jerárquica y se adapta típicamente a los escenarios en los que un nodo se convierte en el punto de acceso centralizado de la red (ejemplo: ATH y NLI).

Cuando los nodos conmutan de un papel a otro, el RRC y el RSN se reconfiguran de manera dinámica con el fin de que los algoritmos y los protocolos se activen o inhiban en consecuencia. Se da un ejemplo en la figura 5.

20

Cuando un nodo se pone bajo tensión, tiene inicialmente un papel de nodo miembro básico, RRC, 53, está en modo autónomo y activa 60 la capa PHY para la detección de los vecinos. La capa PHY se configura por el RRC para reenviarle unas medidas asociadas a la detección de una señal por encima de un umbral dado. Si no se detecta nada, esto significa que los nodos vecinos potenciales transmiten con un nivel de potencia demasiado débil. A continuación, el RRC activa el envío de una señal 61 con una elevación en potencia progresiva (procedimiento de sondeo). El hecho de que la transmisión se realice con una rampa de señal debe ser visto como una alerta para los nodos vecinos potenciales, que significa que un participante o tercero busca alcanzarles. Pueden de ese modo

25

aumentar su escalada de potencia de una manera tal que no puedan ser entendidos.

Cuando se detecta una señal vecina 62, el RRC configura 63 y activa la PHY, 52, el MAC 50 y el RLC 51 para una recepción de mensajes y de decodificación.

30

Un marcador en los mensajes recibidos indica el papel del emisor. Si el emisor es un jefe de grupo la instancia del RRC del nodo afiliado conmuta a un modo esclavo. Si no, permanece en el modo autónomo 65. El RRC indica su estado al RSN, 54. Este último caso se representa en la figura 6.

35

El RSN activa el protocolo OLSR 66 y configura su algoritmo en modo en plano no jerarquizado. De ese modo se activa el descubrimiento de los vecinos. Los mensajes Hello son reenviados desde PHY a RSN a través de MAC y RLC, en el plano de usuario mientras que las medidas son informadas desde las capas base al RRC en el plano de control. Se añaden unos mensajes suplementarios más conocidos bajo la expresión "message Branch" a los mensajes de control según unos procedimientos conocidos para el experto en la materia.

40

Cuando se alcanza "un número umbral de vecinos" 67 (el umbral se ha configurado por ejemplo por el OAM en el plano de gestión y el umbral ha establecido un tamaño mínimo de agrupación), esto significa que debería arrancarse por el RSN un procedimiento 68 para la creación de un grupo y la elección del jefe de grupo. Si el nodo está elegido, 69 entonces la instancia RRC se pone en un estado de control 70 y de ese modo se reconfigura con el protocolo y el algoritmo adaptados. Si no, la instancia de RRC está en el modo esclavo y se reconfigura para tratar los mensajes protocolarios para unas solicitudes de recursos, la recepción de la asignación, y la ejecución.

En los dos casos, se inicia un procedimiento de control de potencia en el RRC con el fin de limitar la potencia de Tx, es decir para limitar la cobertura a un umbral = "número máximo de vecinos", este umbral máximo se ha configurado por el OAM en el plano de gestión y se ha establecido para el tamaño máximo de agrupación o grupo.

45

El procedimiento OLSR para actualizar el conocimiento de sus vecinos se realiza de manera continua. La PHY continúa informando de las medidas al RRC para unas señales nuevamente detectadas.

50

Para los accesos de tipo TDMA y/o OFDMA, unas agrupaciones adyacentes pueden o bien implementar la compartición de frecuencia (con una coordinación de recursos de radio) si el tráfico está limitado o, más frecuentemente, implementar un motivo de reutilización de frecuencia de al menos 3 frecuencias (mientras que el receptor implemente el escrutado o escaneado multi-portadora).

En los dos casos, cuando un nodo detecta que varios mensajes contienen un indicador o "flag" que indica que los emisores son unos jefes de grupo, esto significa que el nodo está al alcance o bajo cobertura de al menos dos grupos y de ese modo el nodo es un candidato para convertirse en nodo pasarela entre estos grupos. De ese modo, el algoritmo de reconfiguración de RSN debería operar de acuerdo con el algoritmo de selección OLSR MP.

La transición hacia un enrutado jerárquico, es decir, hacia la centralización de los flujos de tráfico en unos nodos específicos, puede realizarse de la misma manera con la limitación de que solo los nodos autorizados pueden jugar este papel, por ejemplo, unos nodos ATH o NLI. El retorno a los modos de agrupación no jerarquizados se efectúa según un método dedicado.

- 5 Con el fin de controlar las dinámicas de los grupos, se puede impedir que un nodo de gran movilidad (aeronáutico, por ejemplo) pueda asumir el papel de jefe de grupo CH (Cluster Head) o de pasarela GW. Este nodo no puede ser un MPR u OLSR. Esta prohibición se gestiona por la capa de protocolo RSN a través del marcador de protocolo que indica la naturaleza del nodo, por ejemplo, un vehículo, un portátil, un vehículo aeronáutico lento o rápido, ATH: At The Hait, NLI: Naval and Land Interworking. Un nodo aeronáutico reducidamente móvil tal como un dron, debido a
10 las condiciones de propagación de sus enlaces de radio con sus terminales en el terreno, se selecciona automáticamente como un MPR por el OLSR, salvo si este nodo debe configurarse por la función de administración de red OAM como no elegible debido a unas restricciones operativas. De ese modo se convierte en un candidato natural al papel de pasarela GW entre las zonas.

Gestión de los esquemas de acceso múltiple

- 15 La pila de protocolos según la invención permite la activación de varios esquemas de acceso en función del escenario operacional implementado. Se desarrollará un ejemplo: considerando que los equipos móviles están limitados desde el punto de vista del consumo de potencia, de ganancia de antena y de velocidad. Por otro lado, los equipos ATH y NLI definidos anteriormente pueden beneficiarse de una ganancia de antena más elevada y soportar unas capacidades de comunicación ampliadas.

20 Un ejemplo típico de esquemas de acceso representado en la figura 7 es el siguiente:

- los equipos 81 móviles transmiten con una modulación híbrida TDMA/FDMA de simple portadora en unas condiciones de cobertura reducida. Un equipo móvil aislado y más alejado utiliza el escalonamiento para comunicar con una pasarela de grupo o Cluster Gateway, es decir, se aplica DS-CDMA por encima del esquema de acceso TDMA/SC-(O)FDMA.
- 25 • Los equipos ATH/NLI 82 comunican simultáneamente con varios equipos móviles. Para un segmento temporal dado TDMA, estos equipos son capaces de recibir varias portadoras FDMA que se han sincronizado en el lado del emisor móvil de manera que sean ortogonales en el receptor ATH/NLI (desde un punto de vista del equipo de radio ATH/NLI, la señal recibida es como un TDMA/OFDMA). De manera simétrica, el emisor ATH/NLI se acompaña en un TDMA/OFDMA hacia cada uno de los receptores TDMA/SC-(O)FDMA.

30 En los equipos móviles, el RRC implementa unos algoritmos para la gestión de los recursos de radio en los modos TDMA/SC-(O)FDMA. Cuando un equipo móvil pasa al modo ATH, el nodo pasa al modo jefe del grupo "cluster head" y al modo nodo pasarela "cluster gateway" y el RRC se reconfigura para activar el algoritmo de recursos multi-portadora. En el sentido descendente, desde el nodo jefe de grupo ATH hacia los nodos miembros móviles, el RRC implementa la modulación OFDMA por asignación de una subportadora o de un grupo de subportadoras a unos
35 nodos miembros OTM. En la dirección ascendente, el jefe de grupo recoge todas las señales de portadora simple de los nodos miembros móviles y las combina como una señal OFDMA; desde un punto de vista de los emisores nodos miembros, la señal es SC-OFDMA mientras que el receptor del nodo jefe del grupo ATH tiene una visibilidad sobre las subportadoras, es decir, OFDMA.

40 El RRC utiliza las primitivas CPHY_CONFIG_REQ y MAC_CONFIG_REQ del plano de control inter-capas para reconfigurar el MAC y la PHY. Ciertos equipos no conmutan desde un modo a otro (por ejemplo, un equipo naval), así su entidad RRC se configura en la inicialización (puesta en tensión) contrariamente a un terminal móvil equipado con una antena de ganancia ascendente sobre un mástil que puede conmutar desde un modo móvil al modo ATH y viceversa y para el que la arquitectura según la invención permite una reconfiguración dinámica.

Gestión de MIMO de múltiple entrada múltiple salida

45 La arquitectura según la invención es compatible con la implementación del procedimiento de múltiple entrada múltiple salida o MIMO para unos enlaces de radio individuales, así como para los enlaces múltiples cooperativos multiusuario MU-MIMO.

Debido a la sincronización avanzada y a unas restricciones de control de potencia, el MIMO puede reservarse a los escenarios siguientes:

- 50
- cuando el jefe del grupo es estable y juega el papel de concentrador de tráfico como pasarela de grupo, es decir, escenario ATH y/o NLI,
 - en las zonas de densidad elevada, para descargar unas pasarelas del grupo para equilibrado de carga.

El ejemplo práctico ilustrado en la figura 7 se refiere a unos terminales 81 portátiles móviles con una antena simple mientras que los nodos 82 ATH/NLI pueden estar equipados con redes de antenas, formando parte dichos equipos por ejemplo de la misma zona 80 o grupo.

55 Cada entidad jefe de grupo RRC se configura con un algoritmo de decisión multi-usuario MIMO. Recibe periódicamente unas medidas de calidad de las capas base y también unos informes de medidas de los nodos

5 miembros. Esta entidad centralizada RRC supervisa el control de potencia de los nodos miembros y posee así un conocimiento de la potencia realmente transmitida por los nodos miembros. Cuando detecta una degradación en la calidad recibida y una pérdida de potencia de los nodos miembros, puede decidir activar la función multi-usuario MIMO o MU-MIMO, es decir, poniendo en orden un conjunto de nodos miembros para transmitir una información de flujo sobre los recursos de radio. En el jefe del grupo, hay una coordinación entre el RSN y el RRC para esta configuración de transmisión. El jefe de grupo RRC configura sus capas RLC, MAC y PHY y transmiten los mensajes de señalización RRC a unos nodos miembros que están afectados, incluyendo el tiempo de conmutación a una transmisión cooperativa.

Aplicaciones diversas

10 La arquitectura según la invención encuentra principalmente su aplicación en los campos listados en el presente documento a continuación.

El movimiento: la red es una red ad hoc móvil multi-saltos. Gestiona una autoorganización de los equipos de los terminales de comunicación incluyendo unos servicios de velocidad elevada, tales como los teléfonos portátiles, etc.

15 En parada: la arquitectura puede utilizarse con unos terminales fijos o semifijos que actúan como un almacén (Backbone) de manera que se interrelacionan con una infraestructura logística, u otras redes en movimiento. Esto puede realizarse, por ejemplo, con un terminal móvil equipado con una antena de ganancia ascendente sobre un mástil, la forma de onda del terminal se configura a continuación para soportar la capacidad de comunicación extendida asociada con unos servicios (velocidad más elevada, cobertura extendida).

20 Interconexión marítima/naval y terrestre: la arquitectura según la invención está adaptada para gestionar las comunicaciones entre los terminales "marítimos" (equipos montados en unos barcos) y los terminales terrestres.

La arquitectura de radio según la invención presenta principalmente las siguientes ventajas:

- define unos conjuntos funcionales tan independientes entre sí como sea posible,
- se estructura en capas y módulos,
- soporta unas interfaces y API compatibles de varias formas de ondas ("legacy", futuros, etc.),
- 25 • organiza las optimizaciones inter-capas en un marco estructurado y limitando los intercambios inter-capas,
- es "abierto" y propone unas interfaces normalizadas,
- permite la interoperabilidad entre equipos multi-suministradores,
- permite la integración progresiva de nuevas tecnologías tanto en las capas base como en las capas altas,
- soporta la optimización de la calidad de servicio mediante cross layering,
- 30 • soporta un modo de transmisión adaptativo (reconfiguración dinámica y en línea en función de las condiciones de transmisión),
- soporta varias vías de radio,
- es compatible con diferentes tipos de acceso,
- integra el aspecto ad hoc (enrutado, auto configuración, etc.) tanto en modo en plano como el modo agrupado y
- 35 jerarquizado,
- soporta un modo de gestión y supervisión de seguridad local o a distancia,
- es utilizable para diferentes gamas de productos terrestres, aeronáuticos o avales,
- tiene en cuenta unas grandes restricciones de seguridad,
- se integra en un entorno de radio digital,
- 40 • permite compartir a la vez las especificaciones y el desarrollo entre productos y gamas de productos y el saber hacer del oficio.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Pila de protocolos para red de tipo ad hoc que comprende unos módulos existentes de arquitecturas de tercera generación 3GPP, comprendiendo dicha pila de protocolos un plano de acceso a radio, un módulo de gestión de movilidad AHMM y un módulo de control de recursos de radio RRC, pudiendo organizarse dicha red de tipo ad hoc en varios grupos (80) o agrupaciones, correspondiendo un grupo a una reagrupación de los recursos (81) de radio para una zona de cobertura dada, la pila de protocolos está **caracterizada porque** incluye además dichos elementos siguientes:
- 10 • un módulo (37) de enrutado RSN dispuesto entre el módulo (36) de gestión AHMM y el módulo (38) de control de recursos de radio, siendo gestionada una parte de la gestión de movilidad en el plano de acceso con el fin de gestionar unas transferencias o “handovers” entre los grupos, en el caso de una red organizada en grupos de usuarios o “agrupada”,
- 15 • el módulo RRC (38) gestiona las decisiones de “handover” y la gestión de los recursos de radio,
- comprendiendo además dicha pila de protocolos, una capa L2RTP (41) adaptada para tratar la retransmisión regenerativa a nivel de radio a nivel de un paquete de datos,
- un plano de seguridad (16) que permite aislar las funciones de seguridad.
- 20 2. Pila de protocolos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dichos módulos AHMM/RSN/RRC (36, 37, 38) están asociados de manera que centralicen los tratamientos de optimización inter-capas limitando el volumen de los intercambios de información inter-capas, estando interrelacionado este ensamblaje por el plano (31) de control en el conjunto de las otras capas y funciones de la forma de onda utilizada en la red.
- 30 3. Pila de protocolos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** incluye además un módulo de supervisión a distancia OAM.
4. Pila de protocolos según la reivindicación 1, **caracterizada porque** incluye un módulo de supervisión local OAM, en cada uno de los nodos de la red ad hoc.
- 25 5. Pila de protocolos según la reivindicación 1 **caracterizada porque** en el módulo de control de los recursos de radio, incluye un procesador lento y **porque** el módulo de control de acceso al medio o MAC está adaptado para secuenciar el acceso al soporte físico de una forma en tiempo real y realizar unas adaptaciones rápidas del formato de transmisión entre el conjunto de los formatos suministrados por el módulo RRC, sobre una base de trama a trama y de acuerdo con diferentes tipos de fluctuaciones tales como las variaciones de flujo de origen, la configuración de la transmisión discontinua.
- 30 6. Pila de protocolos según la reivindicación 1 **caracterizada porque** incluye una etapa de reconfiguración dinámica de los algoritmos y protocolos de las capas RSN y RRC.
7. Pila de protocolos según la reivindicación 1 **caracterizada porque** incluye una etapa de reconfiguración de los algoritmos de gestión de los recursos de radio de RRC y una etapa de reconfiguración de las capas MAC y PHY.

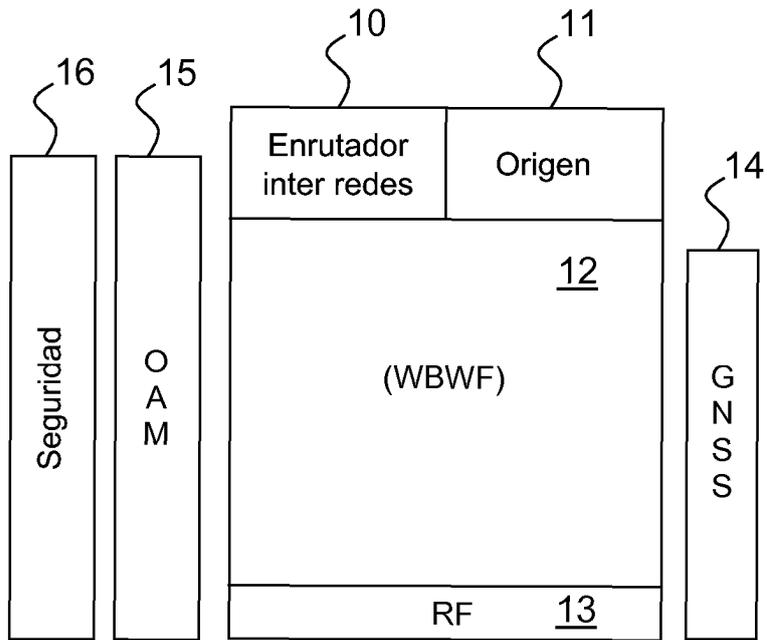


FIG.1

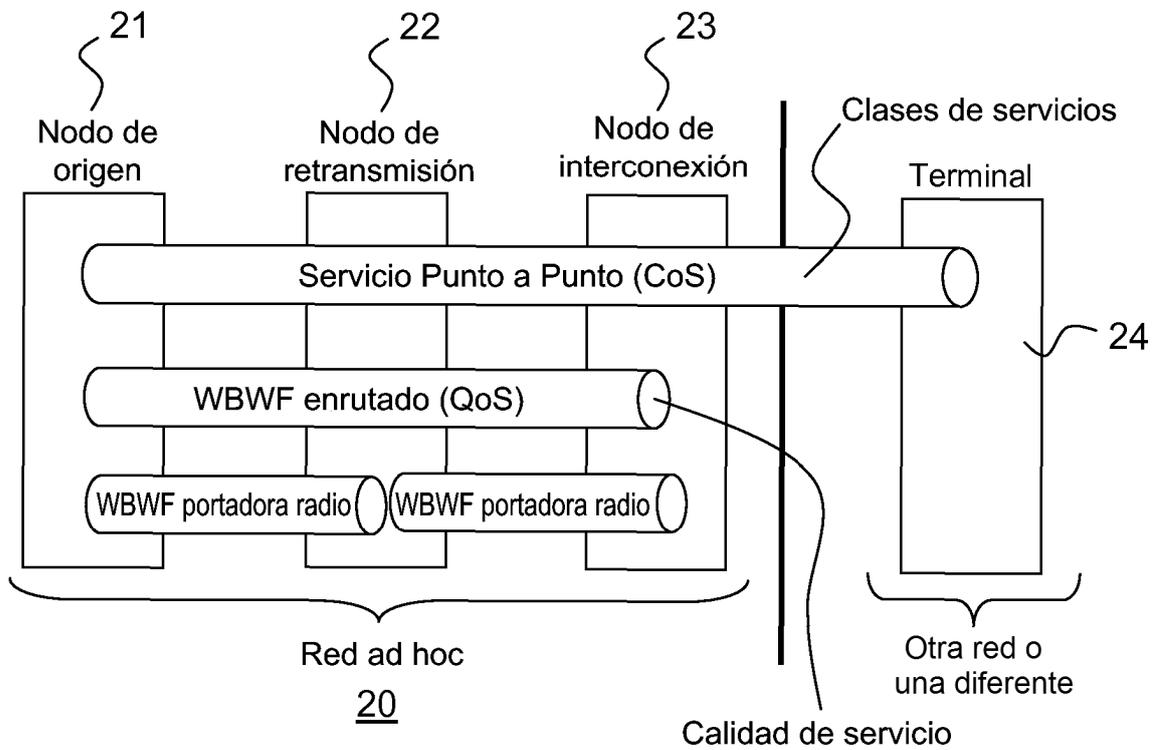


FIG.2

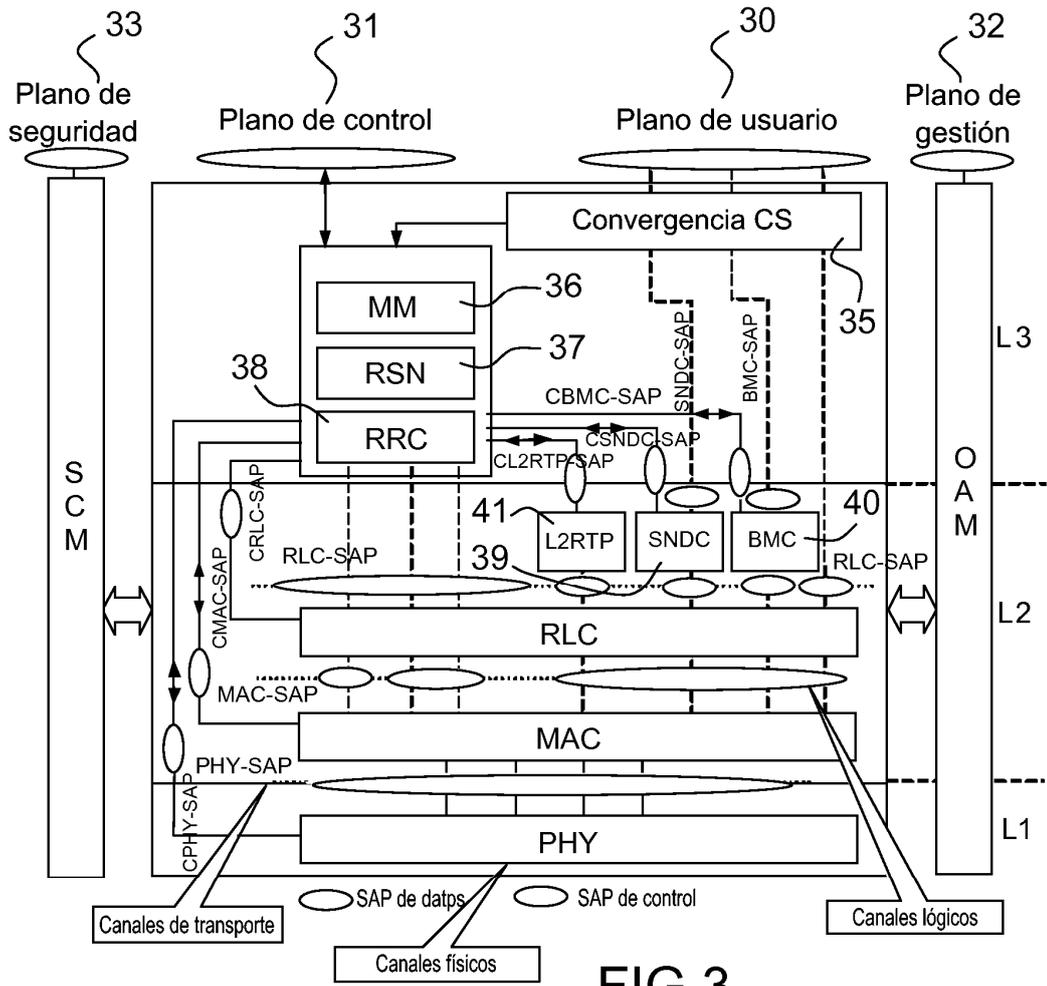


FIG.3

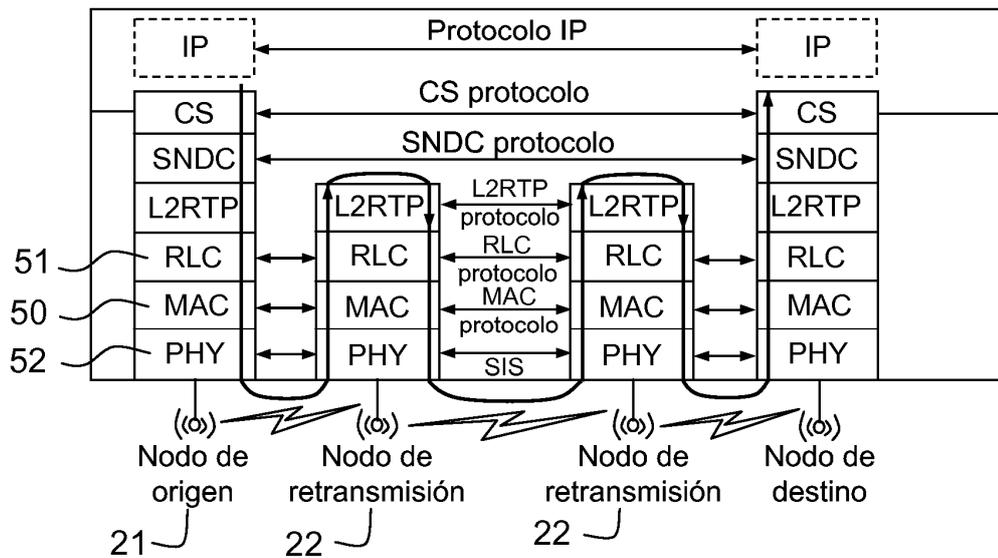


FIG.4

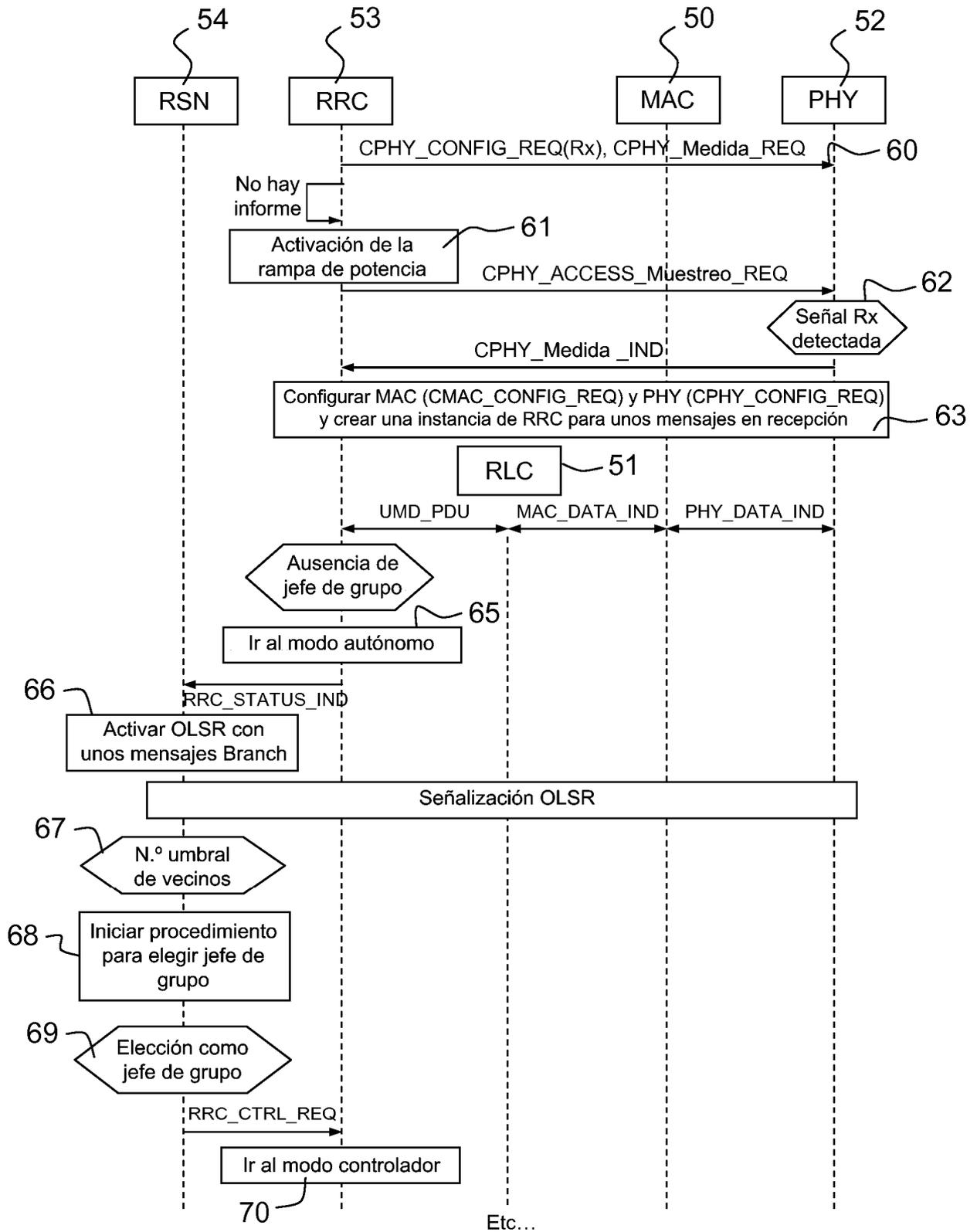
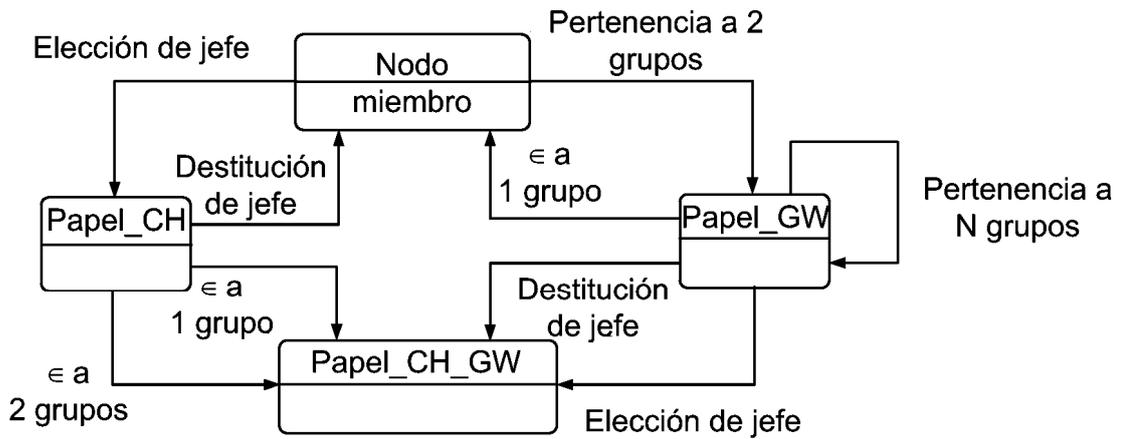


FIG.5



Papel_CH = papel agrupación
 Papel_CH_GW = Pasarela y papel de jefe de grupo

FIG.6

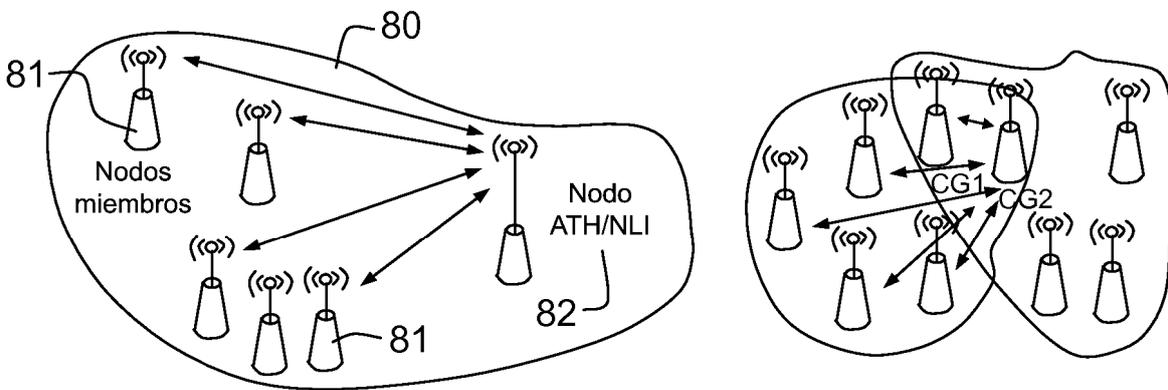


FIG.7