

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 454 694**

51 Int. Cl.:

H04L 12/46 (2006.01)

H04W 92/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2006 E 06828196 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014 EP 1968250**

54 Título: **Un sistema para interconexión entre una red óptica y una red de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

19.12.2005 CN 200510136853

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

11.04.2014

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Guangdong 518129 , CN**

72 Inventor/es:

ZHENG, RUOBIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 454 694 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

Un sistema para interconexión entre una red óptica y una red de comunicación inalámbrica

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a la tecnología de comunicación de redes y en particular, a una técnica que interconecta una red de acceso óptica y una red de radiocomunicación.

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Los sistemas de comunicaciones de redes, que suelen utilizarse actualmente, incluyen un sistema de comunicaciones de redes ópticas y un sistema de comunicaciones radioeléctricas. La descripción de los dos tipos de sistemas se proporciona a continuación.

15 El sistema de comunicaciones de redes ópticas incluye redes de acceso ópticas (normalmente denominadas FTTx). La Figura 1 ilustra la arquitectura de red de las redes FTTx, la Figura 2 ilustra la arquitectura de referencia de una Red de Acceso Óptica (OAN) basada en la arquitectura de red ilustrada en la Figura 1. Una red OAN, según se ilustra en la Figura 2, incluye una Red de Instalaciones del Cliente (CPN), una Red de Acceso (AN) y una Función de
20 Nodos de Servicio (SNF).

La red AN en la red OAN incluye una Función de Adaptador (AF) opcional que está adaptada para la conversión entre una interfaz de Unidad de Red Óptica (ONU)/Terminal de Red Óptica (ONT) y una interfaz de Red de Usuario (UNI). Cuando la función AF está integrada en la unidad ONU, se puede cancelar el punto de referencia (a). La
25 función AF puede instalarse también detrás de un Terminal de Línea Óptica (OLT) y adaptada para la conversión entre la interfaz de OLT y la una Interfaz de Red de Servicio (SNI). En la red óptica, la función AF puede considerarse como la función de la red CPN o la función de la red AN.

Los principales elementos de red de la CPN y de la AN, en la red OAN incluyen: el terminal OLT, la Red de Distribución Óptica (ODN), la unidad ONU o el terminal ONT y la función AF. El punto T es el punto de referencia de la UNI y el V es el punto de referencia de la SNI. El terminal OLT proporciona interfaz de red para la red ODN y está
30 conectado a una o múltiples ODNs. La red ODN proporciona el transporte de datos para el terminal OLT y la unidad ONU. La unidad ONU proporciona la interfaz del usuario para la red OAN y está conectada a la ODN. Un CPE está conectado a la AF por intermedio de la UNI (p.e., una línea de abonado digital DSL). La función AF convierte un paquete desde el formato de UNI en un formato compatible con la (a) interfaz (p.e., enlace de Ethernet) conectado a la
35 unidad ONU. La unidad ONU convierte, además, el paquete en un formato compatible con la transmisión de ODN (p.e., paquete de Redes Ópticas Pasivas de Ethernet (EPON), entramado genérico de Red Óptica Pasiva de Gigabits (GPON)). Por último, el terminal OLT convierte el paquete en un formato de paquete de SNI (p.e., enlace de Ethernet) y accede al nodo de servicio.

40 El sistema de radiocomunicación puede incluir un sistema de radiocomunicación de 3G o de 2G. La arquitectura de referencia de los sistemas de radiocomunicación de 3G y de 2G se ilustra en la Figura 3, incluyendo principalmente una red de acceso de radio (RAN) y una red central (CN), en donde la red RAN está adaptada para proporcionar todas las funciones radioeléctricas y la red CN está adaptada para procesar las llamadas de voz y las conexiones de
45 datos dentro del sistema de radiocomunicación y para la interacción con redes externas y el encaminamiento a dichas redes. En la red de radiocomunicación, la red CN está dividida lógicamente en un dominio de Manguitos Conmutados (CS) y un dominio de Paquetes Conmutados (PS).

Según se ilustra en la Figura 3, la red de radiocomunicación incluye las entidades de función siguientes:

50 Estación base (BS): la BS se denomina Estación Base de Transceptor (BTS) en el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), el Servicio Genérico de Radio en Paquetes (GPRS), el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA) y los sistemas CDMA2000 y se denomina Nodo B en los sistemas de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA) y de Acceso Múltiple por División de Código Síncrono con División de Tiempo (TD-SCDMA);

Controlador de Estación base (BSC): el BSC se denomina Controlador de Red de Radio (RNC) en el WCDMA y

60 la Función de Control de Paquetes (PCF) en la CDMA2000: la función PCF está entre BSC y el Nodo de Servicio de Datos en Paquetes (PDSN) y adaptada para proporcionar soporte de servicio de datos en paquetes; la función PCF, como una parte en la red de acceso de radio, puede integrarse con BSC o ser un dispositivo autónomo.

La componente del sistema de radiocomunicación convencional se describe en detalle haciendo referencia a un sistema WCDMA.

65 La Red de Acceso de Radio Terrestre de UMTS (UTRAN) del sistema WCDMA utiliza las interfaces serie lu

incluyendo las interfaces lu, lur e lub. Cada una de las interfaces consiste en un Capa de Red de Radio (RNL) y una Capa de Red de Transporte (TNL) en conformidad con la pila protocolaria de división de modelos de protocolo general de interfaz UTRAN, en donde:

5 la interfaz lu es una interfaz estándar abierta por intermedio de la que la red UTRAN y la red CN están conectadas, incluyendo el protocolo de plano de control de la interfaz lu la Parte de Aplicación de Red de Acceso de Radio (RANAP) y el protocolo del plano de usuario de la interfaz lu es el protocolo de transporte de datos general (GTP);

10 la interfaz lur es una Interfaz UMTS distintiva entre RNCs y adaptada para la gestión móvil de las estaciones móviles en la red RAN, p.e., cuando una estación móvil se conmuta desde un RNC a otro, en una conmutación informatizada, siendo todos los datos de la estación móvil transferidos, por intermedio de la interfaz lur, desde el RNC en servicio al RNC candidato; la interfaz lur es también una interfaz estándar abierta, el protocolo de plano de control de la interfaz lu es el protocolo de aplicación del subsistema de red de radio (RNSAP) y el protocolo de plano de usuario de la interfaz lu es el Protocolo de Trama de lur (Lur FP);

15 la interfaz lub es una interfaz estándar abierta entre el nodo B y el RNC, incluyendo el protocolo del plano de control de la interfaz lub el NBAP y el protocolo de plano de usuario de la interfaz lub es el protocolo lub FP.

20 El Nodo B en el sistema WCDMA incluye un radiotransceptor y una parte de procesamiento de banda base. El nodo B está conectado al RNC por intermedio de una interfaz lu estándar y está principalmente adaptado para el procesamiento del protocolo de capa física de la interfaz Uu. Las principales funciones de la estación base incluyen el espectro de dispersión, la modulación, la codificación de canal, el espectro de dispersión suprimida, la demodulación, la decodificación de canal entre una señal de banda base y una señal de radiofrecuencia.

25 El RNC en el sistema WCDMA está adaptado para controlar los recursos radioeléctrico de la red UTRAN, incluyendo el control de admisión del sistema y distribución de radiodifusión, la gestión de la movilidad tal como la conmutación de una gestión de reubicación de RNC y la gestión de recursos de radio y control, tal como una combinación de macrodiversidad, control del suministro de energía y asignación del soporte de radio.

30 La pila protocolaria de interfaz de radio entre el equipo UE y la red UTRAN incluye múltiples protocolos puestos en práctica en diferentes nodos en la red de acceso de radio. Los protocolos se ilustran en la Figura 4, incluyendo:

35 El Protocolo de Control de Recursos de Radio (RRC), puesto en práctica en el equipo UE y en RNC y adaptado para gestionar las conexiones de RRC y los soportes de radio, paginación de búsqueda/difusión, gestión de la movilidad y para configurar los parámetros de otras entidades de protocolos en la pila protocolaria de interfaz de radio;

40 El Protocolo de Control de Enlace de Radio (RLC) puesto en práctica en el UE y RNC y adaptado para el transporte de datos de usuarios y el RLC proporciona tres modos de transporte de datos para transportar datos de servicios con diferentes existencias de calidad de servicio QoS;

45 El Protocolo de Control de Acceso Multimedia (MAC), normalmente puesto en práctica en el equipo UE y en RNC y adaptado para seleccionar un formato de transporte adecuado para datos de usuario y para efectuar el mapeado de correspondencia de canales lógicos en el canal de transporte; también puesto en práctica en el nodo B para algunos tipos de canales especiales;

50 El Protocolo de Conversión de Datos en Paquetes (PDCP), puesto en práctica en el equipo UE y en RNC, adaptado para comprimir y descomprimir cabeceras de tráfico de datos del IP en entidades transmisoras y receptoras, respectivamente, p.e., para combinaciones de Protocolo de Control de Transmisión (TCP)/Protocolo de Internet (IP) o Protocolo de Transporte en Tiempo Real (RTP)/Protocolo de Datagramas de Usuarios (UDP)/modelo de compresión de cabeceras IP y los correspondientes protocolos de capa de transporte o capa superior de capa de red; el reenvío de Unidades de Datos de Servicios PDCP (SDU) desde el estrato de no acceso en la capa RLC mientras se transmiten datos de usuarios y cuando se soporta la reubicación sin pérdidas del Subsistema de Red de Radio de Servicios (SRNS), el reenvío de las PDCP-SDUs y los correspondientes números de serie a soportes de radio diferentes múltiples de multiplexación en una sola entidad de RLC.

55 Las funciones de Control de Difusión/multidifusión (BMC) en el sistema WCDMA incluyen: memorización de mensajes de difusión de células; supervisión de tráficos de servicio y demanda de recursos de radio para Servicio de Difusión de células (CBS); la expedición de mensajes BMC; el envío de mensajes BMC a un equipo UE y el envío de mensajes de difusión de células a una capa superior (p.e., Estrato de No Acceso (NAS)).

60 Puesto que el nodo B, en la pila protocolaria convencional procesa protocolos de capa física solamente, la técnica autoadaptativa que decide operativamente en función de las necesidades de gestión de recursos a ponerse en práctica en el RNC, por lo tanto, el tráfico desde la red de radiocomunicación a un terminal tiene que desplazarse en dos fases: desde el RNC al nodo B y desde el nodo B al terminal y el tráfico desde el terminal a la red de radiocomunicación se desplaza también en dos fases en un orden inverso.

65

Dicho proceso da lugar, inevitablemente, a los problemas siguientes:

5 Cuando el tráfico necesita pasar a través de la interfaz lub, un retardo del proceso es más largo y por lo tanto, la capacidad de procesamiento del nodo B y la tasa de multiplexación por división estadística de transmisión de recursos en la interfaz lub son objeto de disminución.

El mecanismo de retransmisión de la capa RLC entre el RNC y el equipo UE reduce la tasa de rendimiento de la red de radiocomunicación cuando la interfaz lub presenta un retardo de magnitud importante.

10 El algoritmo de control de potencia exterior, en la red de radiocomunicación, es incapaz de ajustar la relación de interfaz de señal objetivo (SIR_{target}) en función de los cambios de la interfaz de aire cuando la interfaz de lub presenta un retardo importante.

15 La información de carga de células, en la red de radiocomunicación, se informa periódicamente por el nodo B, sin embargo, cuando el proceso anteriormente descrito ocupa una gran cantidad de los recursos de interfaz lub, la información de carga de célula no puede informarse a su debido tiempo y por lo tanto, el RNC será incapaz de adquirir información de carga de célula en tiempo real exacta.

20 Junto con el rápido desarrollo de la tecnología de comunicaciones de redes, el sector de comunicaciones de redes ha iniciado la búsqueda del mejor rendimiento de transmisión de datos sobre la base de los méritos de diversidades de redes; sin embargo la interconexión entre la red de radiocomunicación de 3G o de 2G y la red OAN no ha sido conseguida en la tecnología convencional.

25 Además, puede deducirse fácilmente de la descripción anterior que la estructura protocolaria de la red de radiocomunicación convencional, en donde todos los estratos de acceso superiores están dispuestos en el RNC, es incapaz de garantizar la transmisión de datos de alta velocidad y de alta eficiencia cuando se aplican técnicas de ajuste autoadaptativo y de control de realimentación, puesto que la estructura protocolaria convencional no satisface la demanda de transmisión de datos de alta velocidad.

30 La solicitud de patente China número 1638504 se refiere a una estación base inalámbrica, que comprende una unidad de banda base y una cabecera de radiofrecuencia. La unidad de banda base y la cabeza de radiofrecuencia están interconectadas mediante un anillo óptico de dos fibras bidireccional.

35 La solicitud de patente europea número 1959614 se refiere a un método para interconectar una red inalámbrica de banda ancha con una red de banda ancha de acceso óptico y su interconexión con una red de línea de abonado digital.

SUMARIO DE LA INVENCION

40 Formas de realización de la presente invención dan a conocer un sistema para interconectar una red óptica con una red de radiocomunicación, que proporciona un esquema técnico factible para la interconexión de la red óptica con la red de radiocomunicación, de modo que el transporte de servicio en las redes de comunicación pueda ponerse en práctica utilizando completamente las características ventajosas de la red óptica y de la red de radiocomunicación.

45 Un sistema para la interconexión de una red óptica con una red de radiocomunicación incluye lo establecido en la reivindicación 1.

Otras formas de realización se establecen en las reivindicaciones subordinadas.

50 Puede deducirse del esquema técnico anterior que, con el fin de interconectar una red de radiocomunicación con una red de acceso óptica, una estación base en la red de radiocomunicación está conectada a la red de acceso óptica, de modo que la interconexión de las redes se consiga mediante una red OAN con acoplamiento fuerte o ligero; la red de radiocomunicación funciona como la extensión de radio del acceso por cable de la red OAN y es adecuada para la aplicación de acceso de radio fijo, portátil y móvil. Una nueva evolución del desarrollo de la red de radio se da a conocer, de este modo, para los operadores de red OAN.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

60 La Figura 1 es una vista esquemática de la estructura de red básica de una red de acceso óptica;

La Figura 2 es una vista esquemática de una estructura de red de una red OAN;

La Figura 3 es una vista esquemática de una estructura de referencia de un sistema de 3G o 2G;

65 La Figura 4 es una vista esquemática de una arquitectura de una pila protocolaria de interfaz de radio;

La Figura 5 es una vista esquemática de una estructura de red móvil en donde la función de interfaz de radio tiene un desplazamiento descendente;

5 La Figura 6 es una vista esquemática de la estructura de protocolo de la interfaz lub+ del dominio de PS que se representa en la Figura 5;

Las Figuras 7a y 7b son vistas esquemáticas de las estructuras de pilas protocolarias de plano de control y de plano del usuario de redes móviles, en donde la función de interfaz de radio tiene un desplazamiento descendente;

10 La Figura 8 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una primera forma de realización;

La Figura 9 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una segunda forma de realización;

15 La Figura 10 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una tercera forma de realización;

20 La Figura 11 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde el elemento de AF y BS están separados;

25 La Figura 12 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y la red de radiocomunicación en donde el elemento de AF y BS están integrados en un solo elemento;

30 La Figura 13 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de AF y BS están separados;

La Figura 14 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de AF y BS están integrados en un solo elemento;

35 La Figura 15 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 2 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde el elemento de BS+WA está separado del elemento de AF;

40 La Figura 16 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 2 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y AF están integrados en un solo elemento;

45 La Figura 17 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 2 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde el elemento de BS+WA está separado del elemento de AF;

50 La Figura 18 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 2 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y AF están integrados en un solo elemento;

La Figura 19 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde el elemento de BS+WA está separado del elemento de AF;

55 La Figura 20 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y AF están integrados en un solo elemento;

60 La Figura 21 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde el elemento de BS+WA está separado del elemento de AF;

65 La Figura 22 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y AF están integrados en un solo elemento;

- La Figura 23 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde el elemento de BS+WA está separado del elemento de AF;
- 5 La Figura 24 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y AF están integrados en un solo elemento y los elementos de RGW y de SGSN están integrados en otra entidad;
- 10 La Figura 25 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde el elemento de BS+WA está separado del elemento de AF;
- 15 La Figura 26 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y AF están integrados en un solo y los elementos de RGW y de SGSN están integrados en otra entidad;
- 20 La Figura 27 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una primera forma de realización;
- 25 La Figura 28 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una segunda forma de realización;
- La Figura 29 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una tercera forma de realización;
- 30 La Figura 30 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;
- 35 La Figura 31 es una vista esquemática de la estructura de la pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;
- 40 La Figura 32 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 2 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;
- 45 La Figura 33 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 2 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;
- 50 La Figura 34 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;
- 55 La Figura 35 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;
- 60 La Figura 36 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento y los elementos de RGW y de SGSN están integrados en otra entidad;
- 65 La Figura 37 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;
- La Figura 38 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento y los elementos de RGW y SGSN están integrados en otra entidad;
- La Figura 39 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de

BS, WA y de la unidad ONU o del ONT están integrados en un solo elemento;

La Figura 40 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una primera forma de realización;

5 La Figura 41 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una segunda forma de realización;

10 La Figura 42 ilustra la interconexión entre la red OAN y la red de radiocomunicación según una tercera forma de realización;

15 La Figura 43 es una vista esquemática de las estructuras de pilas protocolarias del plano del usuario y del plano de control de la red OAN en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación;

La Figura 44 es una vista esquemática de las estructuras de pilas protocolarias del plano del usuario de la red de radiocomunicación en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación;

20 La Figura 45 es una vista esquemática de la estructura de pila del plano del control de la red de radiocomunicación en el modelo de configuración 1 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación;

25 La Figura 46 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario de la red de radiocomunicación en el modelo de configuración 2 o 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación;

30 La Figura 47 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control de la red de radiocomunicación en el modelo de configuración 2 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación;

La Figura 48 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control de la red de radiocomunicación en el modelo de configuración 3 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación;

35 La Figura 49 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS y de WA están integrados en un solo elemento y los elementos de RGW y de SGSN están integrados en otra entidad;

40 La Figura 50 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano del usuario en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS y de WA están integrados en un solo elemento;

45 La Figura 51 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS y de WA están integrados en un solo elemento y los elementos de RGW y de SGSN están integrados en otra entidad y

50 La Figura 52 es una vista esquemática de la estructura de pila protocolaria del plano de control en el modelo de configuración 4 para la interconexión de la red OAN y de la red de radiocomunicación en donde los elementos de BS y de WA están integrados en un solo elemento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

55 La presente invención resuelve principalmente el problema de interconexión de una red de radiocomunicación de 3G o de 2G y una red OAN (p.e., una red de acceso PON). Considerando los inconvenientes operativos en la red de radiocomunicación convencional, la presente invención da a conocer un sistema de interconexión en donde la pila protocolaria de interfaz de radio de la red de radio tiene un desplazamiento descendente a una estación base antes de que la red de radio se acople, de forma fuerte o ligera, con la red OAN y funcione como la extensión de radio del acceso por cable de OAN. Por lo tanto, la presente invención puede aplicarse, sin limitación, a aplicaciones de radio fija, nómada y de acceso portátil y móvil.

60 La estación base en la presente invención incluye todos los tipos de estaciones base y aparatos con funciones similares a las funciones de la estación base en diversidades de red de radiocomunicación, p.e., BS (estación base), nodo B.

65

Conviene señalar que en la siguiente descripción de formas de realización de la presente invención, los nombres de la entidad y del dispositivo en la red de radiocomunicación y la red óptica son solamente nombres de la correspondiente entidad y dispositivo en las redes convencionales, es decir, la siguiente descripción incluye aplicaciones, a modo de ejemplo, de la presente invención sobre la base de determinadas red óptica y de red de radiocomunicación convencionales. Por lo tanto, en aplicaciones prácticas de la presente invención, las entidades y los aparatos con diferentes nombres, pero con las mismas funciones que las entidades y aparatos en la siguiente descripción, están también cubiertos por el alcance de protección de la presente invención.

Las formas de realización de la presente invención se describen a continuación, en detalle, para hacer más evidente el sistema técnico de la presente invención.

En la presente invención, la interconexión entre una red óptica y un sistema de radiocomunicación puede ponerse en práctica interconectando una red de acceso óptica (OAN) con una red de acceso de radio (RAN).

La red RAN puede dividirse en varias funciones para facilitar la aplicación de la presente invención y proporcionar flexibilidad en la aplicación. A modo de ejemplo, la red RAN puede dividirse en funciones que incluye: Estación base (BS), adaptador inalámbrico (WA) y una pasarela de radio (RGW). El adaptador WA y la pasarela RGW puede tener diferentes funciones en diferentes tipos de redes de radiocomunicación y las funciones se describen haciendo referencia a cuatro tipos de redes de radiocomunicación en adelante.

El primer tipo: el adaptador WA y la pasarela RGW pueden disponerse en cualquiera de las siguientes configuraciones en la RAN de una red de radiocomunicación tal como red de WCDMA, GPRS o TD-SCDMA.

Ningún adaptador WA ni pasarela RGW existe en la red óptica (es decir, en la red OAN);

el adaptador WA con las funciones de un RNC/BSC está dispuesto en la red óptica y no existe ninguna pasarela RGW;

el adaptador WA con las funciones de un RNC y un nodo de soporte de GPRS de servicio (SGSN) está dispuesto en la red óptica y no existe ninguna pasarela RGW;

la estación base BS, el adaptador WA y la pasarela RGW están dispuestos en la red óptica y las funciones de BS, WA y RGW se definen en la tabla 1, el WA puede desplazarse, además, en sentido descendente a la estación base BS para asegurar un rendimiento satisfactorio de las comunicaciones en la red de radiocomunicación y para optimizar la interfaz entre la estación base BS y el RNC;

Tabla 1

Función	BS	WA (funciones descendente)	RGW
Capa física (PHY)	Obligatorio		
Control de acceso multimedia (MAC)		Obligatorio	
Control de radioenlace (RLC)		Obligatorio	
Control de difusión/multidifusión (BMC)		Opcional	
Protocolo de conversión de datos en paquetes (PDCP)		Obligatorio	
Control de recursos de radio (RRC)			
-Gestión de recursos de radio multicelular (MC-RRM)			Opcional
-Gestión de recursos de radio especificados por célula (CS-RRM)		Obligatorio	
-Distribución de difusión			Obligatorio
-Control de transferencia (HO)		Obligatorio	
-Control de paginación de búsqueda			Opcional
-Control de admisión		Opcional	
-Control de células		Opcional	
-Control de múltiples células			Opcional
Control de reubicación			Obligatorio
Asignación de calidad de servicio QoS		Opcional	
Reenvío de mensajes RANAP			Opcional
Reenvío de mensajes RNSAP			Opcional

Control de transferencia entre el acceso por cable y el acceso por radio			Opcional
--	--	--	----------

Sobre la base de las definiciones de funciones de la estación base BS, del adaptador WA y de la pasarela RGW en la red RAN, una forma de realización de la presente invención es como sigue.

- 5 Las funciones de una red RAN, constituida por estaciones base BS y controles RNCs están divididas en dos elementos de red: un elemento de pasarela RGW y un elemento que incluye la BS y el WA (elemento de BS+WA). El adaptador WA y la pasarela RGW realizan juntos todas las funciones de los RNCs en la red de radiocomunicación convencional y
- 10 una parte de las funciones del protocolo de Interfaz de radio en la pila protocolaria de la capa de red de radio (RNL), p.e., una parte del RRC y de PDCP o BMC o RLC o MAC, se desplazan en sentido descendente al adaptador WA de la estación base (p.e., nodo B, BS); la pasarela RGW proporciona una función de adaptación de la estructura del sistema de interconexión de la presente invención a la red central (CN) o elementos de RNC en la estructura de red de radiocomunicación convencional y las funciones de la reubicación del elemento de BS+WA, gestión de recursos de radio de múltiples células, control de paginación de búsqueda y distribución de difusión y reenvío de mensaje RANAP o de mensaje RNSAP. La conexión entre el elemento de BS+WA y la pasarela RGW puede disponerse en una configuración de múltiple a múltiple, de modo que la flexibilidad de la gestión de redes del sistema de interconexión entre la red de radiocomunicación y la red óptica, quede mejorada en gran medida.
- 15 La Figura 5 ilustra la estructura de red de radiocomunicación basada en las definiciones de funciones de los elementos incluyendo los RNCs y las definiciones de las interfaces en la Figura 5 se proporcionan como sigue.
- 20 La interfaz Uu+ entre el elemento de UE y el elemento de BS+WA utiliza la interfaz Uu entre el equipo UE y la red UTRAN en la red de radiocomunicación convencional y ya no existe la interfaz lub entre el nodo B y el RNC.
- 25 La interfaz lub+ entre el elemento de BS+WA y la pasarela RGW utiliza el plano de usuario de la interfaz lu entre el RNC y el SGSN en la red de radiocomunicación convencional en el plano del usuario y emplea el plano de control de la interfaz lu entre el nodo B y el RNC en la red de radiocomunicación convencional en el plano de control; la estructura de protocolo de interfaz lub+ correspondiente en el dominio de PS (paquetes conmutados) se ilustra en la Figura 6.
- 30 La interfaz entre la pasarela RGW y la CN convencional utiliza la interfaz lu entre el RNC y el SGSN en la red de radiocomunicación convencional; la interfaz entre dos pasarelas RGWs utiliza la interfaz lur entre dos RNCs en la red de radiocomunicación convencional y la interfaz entre dos elementos de BS+WA recientemente añadidos utiliza también la interfaz lur entre dos RNCs en la red de radiocomunicación convencional.
- 35 Las Figuras 7a y 7b ilustran la pila protocolaria de interfaz de redes móviles mejorada en una forma de realización de la presente invención en donde la función de interfaz de radio se desplaza en sentido descendente (es decir, el adaptador WA se desplaza en sentido descendente hasta la estación base). La red de radiocomunicación correspondiente, que está construida sobre la base de dicha pila protocolaria y en donde la función de acceso a radio correspondiente se ha desplazado en sentido descendente, es así capaz de la transmisión de datos en el plano del usuario y de la transmisión de señalización en el plano de control.
- 40 El segundo tipo: en una red GSM en donde no existe pasarela RGW, el adaptador WA puede estar dispuesto en cualquiera de las configuraciones siguientes.
- 45 Ningún adaptador WA existe en la red óptica;
- El WA está dispuesto en la red óptica y tiene las funciones de BSC;
- 50 El WA está dispuesto en la red óptica y tiene las funciones de BSC y MSC.
- Tercer tipo: en una red CDMA2000 en donde no existe pasarela RGW, el adaptador WA puede disponerse en cualquiera de las configuraciones siguientes.
- 55 Ningún adaptador WA existe en la red óptica;
- el WA está dispuesto en la red óptica y funciona como el BSC;
- 60 el WA está dispuesto en la red óptica y tiene las funciones de BSC y PCF o las funciones de BSC y MSC.
- Cuarto tipo: En una red IS-95 en donde no existe pasarela RGW, el WA puede estar dispuesto en cualquiera de las configuraciones siguientes.

Ningún adaptador WA existe en la red óptica;

el WA está dispuesto en la red óptica y funciona como el BSC;
 el WA está dispuesto en la red óptica y tiene las funciones de BSC y MSC.

5 Las formas de realización dadas a conocer por la presente invención, para la interconexión entre la red óptica y la red de radiocomunicación, se describen a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

10 Las Figuras 8 a 10 ilustran formas de realización dadas a conocer por la presente invención para la interconexión entre una red OAN y una red de radiocomunicación.

15 La estación base BS o el adaptador WA en una red de radiocomunicación de 3G o de 2G está conectado por medio de la función AF, a una red OAN en un punto de referencia (a) en la red OAN y la pasarela RGW o la red CN de la red de radiocomunicación de 3G o 2G está conectada a un terminal OLT en un punto de referencia V. En las formas de realización de la invención, los recursos de OAN originales están completamente utilizados durante el desarrollo de la red de acceso de 3G o 2G, p.e., cuando un operador haya tenido ya una red de FTTB/FTTC, los dispositivos de redes de radiocomunicación de 3G o 2G pueden utilizar directamente los correspondientes recursos en los edificios para acceder a la red OAN a través de las unidades ONUs y de este modo, reducir un cableado innecesario para la red de radiocomunicación y reducir el coste de construcción de la red de acceso de 3G o 2G. Las formas de realización adoptan todas ellas un acoplamiento fuerte en la aplicación.

20 En las formas de realización la estación base BS, del adaptador WA y la función AF pueden ser diferentes elementos de red interconectados en el punto de referencia T o la estación base BS y el adaptador WA están integrados en un solo elemento y el elemento de BS+WA y la función AF pueden ser diferentes elementos de red interconectados en el punto de referencia T o la estación base BS, el adaptador WA y la función AF están integrados en un solo elemento de red. La pasarela RGW puede integrarse con el terminal OLT o ser una entidad autónoma.

25 Las Figuras 8 a 10 ilustran el sistema de interconexión en diferentes configuraciones en el sistema de WCDMA.

30 En el modelo de configuración 1, no existe ningún adaptador WA ni pasarela RGW; el modelo del sistema de interconexión de modelo de configuración 1 se ilustra en la Figura 8, el RNC de la red de radiocomunicación está dispuesto en la CN.

35 En el modelo de configuración 2, no existe ninguna pasarela RGW cuando el adaptador WA es igual al RNC; la Figura 9 ilustra el modelo del sistema en dicha configuración; la red CN no incluye la función RNC.

40 En el modelo de configuración 3, no existe ninguna pasarela RGW cuando el adaptador WA es igual a RNC + SGSN; la Figura 9 ilustra también el modelo del sistema en dicha configuración; la red CN no incluye las funciones de RNC y de SGSN.

45 En el modelo de configuración 4, el RNC está dividido en las funciones de WA y de RGW que se ilustran en la tabla 1; el modelo del sistema de interconexión en el modelo de configuración 4 se ilustra en la Figura 10; la red CN no incluye la función de RNC.

50 Las pilas protocolarias en la ruta desde un equipo de usuario (UE) a la red central (CN), es decir, UE -> nodo B -> ONU -> OLT-> CN y el correspondiente procedimiento de procesamiento y transmisión de señal, en diferentes configuraciones, se explican a continuación haciendo referencia a las Figuras 11 a 14.

55 La información de protocolos ilustrada en las Figuras 6, 7 y 11 a 14 y las ilustraciones de las pilas protocolarias de interfaces en diferentes configuraciones, descritas a continuación, son solamente, a modo de ejemplo, ofrecidas en las formas de realización y en las aplicaciones prácticas, la presente invención no está limitada a los protocolos ilustrados en los dibujos.

I. Pila protocolaria en el modelo de configuración 1 y el procedimiento de procesamiento de señal correspondiente.

60 Según se ilustra en las Figuras 11 a 14, no existe ningún adaptador WA en el modelo de configuración 1 y la red CN en el modelo de configuración 1 incluye el RNC, el SGSN y el nodo de soporte de GPRS de pasarela (GGSN) y en WCDMA, el equipo UE es la estación móvil (MS), el SGSN y el GGSN en la red CN pueden integrarse en un nuevo elemento: nodo de soporte de GPRS integrado (IGSN). La capa de red de radio (RNL) incluye el PDCP, RLC y MAC en el plano del usuario y el RRC, RLC y MAC en el plano de control.

El procedimiento realizado por el equipo UE en la comunicación de datos sobre la base de las estructuras de pilas protocolarias ilustradas en las Figuras 11 y 12 incluye las etapas siguientes.

65 En primer lugar, el equipo UE establece una conexión de RRC por intermedio de la pila protocolaria del plano de control e inicia el establecimiento de un soporte de acceso de radio (RAB) después de negociar operativamente con

la red CN. El procedimiento de establecimiento de RAB está asociado con el procedimiento de establecimiento del soporte de radio (RB) del plano del usuario.

5 Cuando el soporte RAB se ha establecido de forma operativamente satisfactoria, un usuario puede transmitir datos sobre el soporte del plano del usuario establecido y la función de compresión o descompresión del PDCP puede activarse o desactivarse en el procedimiento.

10 El correspondiente procedimiento de establecimiento de señalización en el plano de control se inicia cuando la conexión de RRC entre el equipo UE y la red UTRAN se establece de modo satisfactorio. El UE establece una conexión de señalización a la red CN a través del RNC en un "procedimiento de establecimiento de señalización de estrato no de acceso (NAS)" y la conexión de señalización se utiliza para la interacción de señalización de NAS entre el equipo UE y la red CN para la información de NAS, p.e., la autenticación, la demanda de servicio, el establecimiento de conexión.

15 El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario en donde se activa la función de compresión o descompresión se describe a continuación.

20 El procedimiento de procesamiento y transmisión de datos en el plano del usuario, en el enlace ascendente, incluye las etapas siguientes.

25 Según se ilustra en las Figuras 11 y 12, los datos de la capa de aplicación del UE están encapsulados en un paquete IP o un paquete PPP y se envían a la capa de PDCP de RNL. La capa de PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía el paquete de datos comprimido a la capa de RLC/MAC de RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa física de WCDMA, es decir, la capa de radiofrecuencia (RFL); la capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu.

30 La capa física RFL de WCDMA del nodo B en la red UTRAN recibe el paquete de datos, encapsula el paquete de datos en tramas del protocolo de formación de tramas (FP) y envía las tramas de FP al RNC por intermedio de la interfaz Iub.

35 El protocolo FP de la interfaz Iub entre el nodo B y el RNC pueden soportarse directamente por la red OAN; el puente de capa 2, p.e., puente de Ethernet, puede utilizarse entre el RNC y el nodo B y en tal caso, AF, ONU u ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 2 o, la técnica de enrutamiento de capa 3, la técnica de enrutamiento de capa 3 del IP, pueden utilizarse entre el RNC y el nodo B y en tal caso, los elementos de AF, ONU u ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 3.

40 El nodo B divide el paquete IP o FP en tramas de capa de enlace de datos (LNK) y envía las tramas de LNK a la función AF a través de la capa física entre el nodo B y la AF. La AF convierte las tramas de LNK en tramas de ONU LNK y envía las tramas de ONU LNK a la ONU o al ONT a través de la capa física entre la ONU o el ONT y la función AF. La unidad ONU o el terminal ONT convierte las tramas de ONU o de ONT LNK en tramas de ODN LNK, que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene la capa física de ODN con el soporte de las tramas de ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas al OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptica-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK al RNC para su posterior procesamiento.

50 El RNC obtiene las tramas de RNL desde la capa FP de la interfaz Iub y envía las tramas RNL a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras protocolarias una por una, reorganiza y combina el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras de paquetes comprimidas para obtener el paquete de datos del UE, realiza el procesamiento de la capa de red y de la capa de red de transporte de la interfaz Iu para el paquete de datos y envía el paquete de datos a un elemento en la red CN a través del túnel GTP. La interfaz Iu es la interfaz entre el RNC y el SGSN y la Interfaz Gn es la interfaz entre el SGSN y el GGSN.

55 En la red CN, el GGSN realiza el procesamiento de la interfaz Iu en la capa de red de transporte y la capa de red de radio, recibe el paquete IP de datos o el paquete PPP del UE desde el túnel GTP y el GGSN envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa. Como alternativa, el SGSN realiza el procesamiento de la interfaz Iu en la capa de red de transporte y en la capa de red de radio, recibe datos desde el túnel GTP y envía los datos al GGSN a través del túnel de GTP por intermedio de la interfaz Gn. Los datos recibidos por el GGSN es el paquete IP o paquete PPP del UE y envía los datos en el formato de paquete IP o del paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

60 El procedimiento de procesamiento de datos en el plano del usuario, en el enlace descendente, es similar al procedimiento de procesamiento de datos en el plano del usuario en el enlace ascendente, radica en que el PDCP en el RNC comprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente. Cuando se desactiva la función de compresión, los procedimientos de procesamiento de señales, en el enlace ascendente y en el enlace descendente son los mismos.

La pila protocolaria utilizada en el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización en el plano de control, en el modelo de configuración 1 de la presente invención, se ilustra en las Figuras 13 y 14. Sobre la base de la estructura de pila protocolaria correspondiente, los procesos del procedimiento de transmisión de señalización en el plano de control son bastante obvios y por ello no se describirán aquí en detalle.

II. Pilas protocolarias en el modelo de configuración 2 y procedimiento de procesamiento de señal correspondiente.

Con referencia a la Figura 9, las diferencias entre el modelo de configuración 1 y el modelo de configuración 2 incluyen que, en el modelo 2, el adaptador WA funciona como el RNC, la red CN incluye el SGSN y el GGSN y el SGSN y el GGSN pueden integrarse en un elemento de IGSN.

El procedimiento de transmisión de datos en el plano del usuario del modelo de configuración 2, en donde se activa la función de compresión/descompresión se describe como sigue.

La transmisión de datos del plano del usuario en el enlace ascendente en el modelo de configuración 2 se ilustra en las Figuras 15 y 16.

Los datos de capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían al PDCP de la RNL. El protocolo PDCP comprime las cabeceras de paquetes de datos y envía el paquete de datos comprimido al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC procesa el paquete de datos, añade cabeceras de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDMA.

La RFL de capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu. La RFL de capa física de WCDMA del elemento de nodo B+WA, en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa MAC/RLC de la RNL. La capa MAC/RLC de la RNL elimina las cabeceras de protocolos del paquete de datos, una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras de paquetes de datos comprimidas, cuando se desactiva la función de compresión, se omitirá el proceso de compresión o de descompresión.

El elemento de nodo B+WA envía los datos descomprimidos a través del túnel de GTP a la red CN a través de la interfaz Iu. El protocolo de túnel de GTP, UDP e IP de la interfaz Iu entre el adaptador WA y la red CN se pueden soportar directamente en la red OAN. El puente de capa 2, tal como el puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la red CN y en tal caso, los elementos de AF, ONU u ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 IP, puede utilizarse en la red OAN en el adaptador WA y la red CN y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 3.

El procedimiento para enviar datos del plano de usuario desde el elemento de nodo B+WA a la red CN es como sigue.

El nodo B+WA divide el paquete GTP/UDP/IP en tramas de LNK y envía las tramas de LNK a la función AF a través de la capa física entre el elemento de nodo B+WA y la función AF. La función AF convierte las tramas de LNK en tramas de ONU LNK y envía las tramas de ONU LNK a la unidad ONU o al terminal ONT, a través de la capa física entre la ONU o el ONT y la función AF. La unidad ONU o el terminal ONT convierte las tramas de ONU o de ONT LNK en tramas de ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas de ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptica-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a un elemento en la red CN para su posterior procesamiento.

En la red CN, el IGSN realiza el procesamiento de la interfaz Iu en la capa de red de transporte y en la capa de red de radio; recibe los datos en el paquete IP o en el paquete PPP del UE desde el túnel GTP y el IGSN envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa. Como alternativa, el SGSN realiza el procesamiento de la interfaz Iu en la capa de red de transporte y en la capa de red de radio, recibe los datos desde el túnel de GTP y envía los datos al GGSN por intermedio del túnel GTP a través de la interfaz Gn. El GGSN recibe los datos en el paquete IP o en el paquete PPP del UE, desde el túnel GTP de la interfaz Gn y envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

El procedimiento de procesamiento de datos del plano del usuario en el enlace descendente en el modelo de configuración 2 es similar al procedimiento de procesamiento del plano de usuario en el enlace ascendente, radicando la diferencia en que el PDCP en el elemento de nodo B+WA comprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente. Cuando está desactivada la función de compresión, los procedimientos de procesamiento de señales en el enlace ascendente y en el enlace descendente son los mismos.

La pila protocolaria utilizada en el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización en el plano de control, en el modelo de configuración 2 de la presente invención, se ilustra en las Figuras 17 y 18. Sobre la base de la correspondiente estructura de pila protocolaria, los procesos del procedimiento de transmisión de señalización del plano de control son bastante obvios y por ello no se describirán aquí en detalle.

5 III. Pila protocolaria en el modelo de configuración 3 y procedimiento de procesamiento de señal correspondiente-

10 Con referencia a las Figuras 19 a 22, las diferencias entre el modelo de configuración 3 y el módulo de configuración 1 incluyen que, en el modelo de configuración 3, el adaptador WA es igual a RNC + SGSN y la red CN incluye el GGSN que se ilustra en los dibujos como IGSN. La Figura 19 representa la pila protocolaria en el modelo de configuración 3 en donde los elementos BS y WA están integrados en un solo elemento y el elemento está separado en la función AF en el plano del usuario. La Figura 20 ilustra la pila protocolaria en el modelo de configuración 3 en donde los elementos de BS, WA y AF están integrados en un solo elemento en el plano del usuario. Las Figuras 21 y 22 ilustran las correspondientes estructuras de pila protocolaria en el plano de control en el modelo de configuración 3.

El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario, en el modelo de configuración 3, en donde se activa la función de compresión/descompresión se describe como sigue.

20 El procedimiento de procesamiento y transmisión de datos del plano del usuario en el enlace ascendente es como sigue.

25 Los datos de capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa PDCP de la RNL. La capa de PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía el paquete de datos comprimido a RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC al paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa de física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu.

30 La RFL de capa física de WCDMA del elemento de nodo B+WA (es decir, el elemento de BS+WA), en la red UTRAN, recibe los datos y envía los datos a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos de los datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras de paquetes de datos comprimidas.

35 El elemento de nodo B+WA envía los datos descomprimidos a través del túnel GTP a la red CN por intermedio de la interfaz Gn. El protocolo de túnel de GTP, UDP e IP de la interfaz Gn entre el adaptador WA y la red CN se pueden soportar directamente en la red OAN. El puente de capa 2, tal como el puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la red CN y en tal caso, la función AF, la unidad ONU o el terminal ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 del protocolo IP, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la red CN y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 3.

El procedimiento de enviar datos del plano del usuario desde el elemento de nodo B+WA a la red CN es como sigue.

45 El elemento de nodo B+WA divide el paquete de GTP/UDP/IP en tramas de LNK y envía las tramas de LNK a la función AF a través de la capa física entre el elemento de nodo B+WA y la función AF. La función AF convierte las tramas de LNK en tramas de ONU LNK y envía las tramas de ONU LNK a la ONU o al ONT a través de la capa física entre la unidad ONU o el terminal ONT y la función AF. La unidad ONU o el terminal ONT convierte las tramas de ONU o de ONT LNK en tramas de ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física de ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas ODN LNK al terminal ONT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptico-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a un elemento en la red CN para su posterior procesamiento.

50 En la red CN, el GGSN realiza el procesamiento de la interfaz Gn en la capa de red de transporte y la capa de red de radio, recibe los datos en el paquete IP o paquete PPP del UE, desde el túnel GTP de la interfaz Gn y envía los datos en el formato de paquete IP o paquete PPP a una red externa.

60 El procedimiento de procesamiento de datos del plano del usuario en el enlace descendente en el modelo de configuración 3 es similar al procedimiento de procesamiento del plano de usuario en el enlace ascendente, radicando la diferencia en que el PDCP en el elemento de nodo B+WA comprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente.

65 La pila protocolaria utilizada en el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control en el modelo de configuración 3 de la presente invención se ilustra en las Figuras 21 y 22. Sobre la base de la estructura de la pila protocolaria, los procesos del procedimiento de transmisión de señalización del plano de control son bastante obvios y por ello no se describen aquí en detalle.

IV. Pila protocolaria en el modelo de configuración 4 y el procedimiento de procesamiento de señal correspondiente. La pila protocolaria en el plano de usuario se ilustra en las Figuras 23 y 24 y la pila protocolaria en el plano de control se ilustra en las Figuras 25 y 26. Las definiciones de funciones divididas del adaptador WA y de la pasarela RGW se ilustran en la tabla 1. La red CN incluye el SGSN y el GGSN que pueden ser elementos autónomos o estar integrados en un solo elemento de IGSN.

El procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario en el modelo de configuración 4 en donde está activada la función de compresión/descompresión se describe como sigue.

El procedimiento en el enlace ascendente en el modelo de configuración 4 es como sigue.

Con referencia a las Figuras 23 y 24, los datos de la capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa PDCP de la capa RNL. La capa PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía los datos comprimidos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDMA. La RFL de capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu+.

La RFL de capa física de WCDMA del elemento BS+WA en la red UTRAN, recibe los datos y envía los datos a la capa MAC/RLC de la RNL. La capa MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos de los datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía los datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras comprimidas del paquete de datos.

El elemento de BS+WA envía los datos descomprimidos a través del túnel GTP a la pasarela RGW por intermedio de la interfaz Iu+ y además, a la red CN. El protocolo de túnel de GTP, UDP e IP de la interfaz Iu entre el adaptador WA y la pasarela RGW pueden soportarse directamente en la red OAN. El puente de capa 2 tal como el puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la pasarela RGW y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 del protocolo IP, puede utilizarse en la red OAN entre el RNC y el nodo B y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y de OLT son todos ellos elementos de capa 3.

En consecuencia, la transmisión de datos del plano del usuario desde el elemento de BS+WA a la red CN es como sigue.

El elemento de BS+WA divide el paquete de GTP/UDP/IP en tramas de LNK y envía las tramas de LNK a la función AF a través de la capa física entre el nodo B y la función AF. La función AF convierte las tramas de LNK en tramas de ONU LNK y envía las tramas de ONU LNK a la unidad ONU o al terminal ONT a través de la capa física entre la unidad ONU o el terminal ONT y la función AF. La unidad ONU o el terminal ONT convierte las tramas de ONU o de ONT LNK en tramas de ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física de ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptico-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a la pasarela RGW para su posterior procesamiento. La pasarela RGW recibe los datos desde el túnel GTP de la interfaz Iu+ realiza el procesamiento de la interfaz Iu en la capa de red de radio y en la capa de red de transporte y envía el paquete de datos a un elemento en la red CN a través del túnel GTP.

En la red CN, el SGSN realiza el procesamiento de la interfaz Iu en la capa de red de transporte y la capa de red de radio, recibe los datos desde el túnel de GTP y envía los datos al GGSN a través del túnel GTP por intermedio de la interfaz Gn. El GGSN recibe datos en el paquete IP o paquete PPP del UE, desde el túnel GTP de la interfaz Gn y envía los datos en el formato de paquete IP o paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

El procedimiento de procesamiento de datos del plano del usuario en el enlace descendente en el modelo de configuración 4 es similar al procedimiento de procesamiento del plano de usuario en el enlace ascendente, siendo la única diferencia que el PDCP en el elemento de BS+WA comprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente.

El procedimiento de transmisión de señalización del plano de control en el modelo de configuración 4 se describe a continuación.

Haciendo referencia a las Figuras 25 y 26, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control, en el enlace ascendente incluye lo siguiente.

El RRC del UE encapsula los mensajes de gestión móvil de GPRS (GMM)/gestión de transmisión (SM)/Servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de señalización de la capa en paquetes de datos y envía el paquete de datos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade las cabeceras de

RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDML. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu+.

5 La RFL de capa física de WCDMA de elemento de BS+WA, en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos del paquete de datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa RRC de la RNL. La capa de RRC analiza, en condiciones normales, la sintaxis del mensaje de señalización correspondiente directamente y realiza las acciones correspondientes, es decir, establecimiento de conexión, informe de control. Sin embargo, el RRC del elemento de BS+WA envía los mensajes de señalización correspondientes a la reubicación del elemento de BS+WA, la gestión de recursos de radio de múltiples células, la distribución de difusión, el control de la paginación de búsqueda y el reenvío del mensaje RANAP/RNSAP a la capa RRC de la pasarela RGW a través de la interfaz Iu+, de la capa de red de radio (p.e., FP) y la capa de transporte (p.e., IP/LNK/PHY). La pasarela RGW reenvía los mensajes de señalización a la red CN para su posterior procesamiento.

15 El RRC, la capa de red de radio (p.e., FP o NBAP) y la capa de red de transporte (p.e., capa IP o soporte de señalización [p.e., el protocolo de transporte de control de flujos (SCTP)/IP]) de la interfaz Iu+ entre el adaptador WA y la pasarela RGW puede soportarse directamente en la red OAN. El puente de capa 2, tal como un puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la pasarela RGW y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y de OLT son todos ellos elementos de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 de protocolo IP, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la pasarela RGW y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 3.

25 El reenvío de la señalización de control desde el elemento de BS+WA a la red CN es como sigue.

El elemento de BS+WA divide el paquete FP/IP de la interfaz Iu+ o el paquete de NABP/STCP/IP en tramas LNK y envía las tramas LNK a la función AF a través de la capa entre el nodo B y la función AF. La función AF convierte las tramas LNK en tramas ONU LNK y envía las tramas ONU LNK a la unidad ONU o al terminal ONT a través de la capa física entre la ONU o el ONT y la función AF. La ONU o el ONT convierten las tramas de ONU o de ONT LNK en tramas ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física ODN para las tramas y ocasionalmente, envía las tramas ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptica-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a la pasarela RGW para su posterior procesamiento. La pasarela RGW realiza el procesamiento de la interfaz Iu+ de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio, recupera las tramas RNL del RRC desde el FP y envía las tramas RNL a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos del paquete de datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al RRC. La capa de RRC descomprime las cabeceras comprimidas del paquete de datos para recuperar el paquete de datos y envía el paquete de datos a un elemento de red en la CN después de que la capa de red de radio y la capa de red de transporte de la interfaz Iu hayan procesado el paquete.

En la red CN, el IGSN/SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz Iu para recuperar los mensajes GMM/SM/SMS desde el RANAP.

De modo similar, el UE recibe los mensajes de señalización de la red CN y los mensajes de señalización de RRC de AN en un procedimiento en la dirección opuesta, es decir, el equipo UE recibe los mensajes de señalización desde la red CN en un procedimiento similar del enlace descendente.

50 En el modelo de procesamiento de pila protocolaria, las funciones de la capa de RRC se ponen en práctica por la pasarela RGW y el adaptador WA en la estación base. Las funciones que incluyen el establecimiento de conexión rápida, la realimentación rápida y la asignación de recursos se proporcionan por el adaptador WA en la estación base y las funciones tales como la gestión de datos, la memorización de datos y el procesamiento en relación con las múltiples estaciones base se proporcionan por la pasarela RGW. De esta manera, una parte de las funciones de RNC se desplazan en sentido descendente a la estación base.

Las Figuras 27 a 29 ilustran formas de realización dadas a conocer por la presente invención para la interconexión de una red OAN y una red de radiocomunicación.

60 La BS o el adaptador WA de una red de radiocomunicación de 3G o de 2G se conecta a una red de banda ancha OAN en una ODN. La pasarela RGW o la red CN de la red de radiocomunicación de 3G o de 2G está conectada a un terminal OLT en un punto de referencia v. Las formas de realización utilizan un acoplamiento fuerte. La red de radiocomunicación de 3G o de 2G utiliza los recursos de redes ópticas de la red OAN directamente, p.e., multiplexa la red FTTH del operador o los dispositivos de WiMAX en la red de radiocomunicación a conectarse a la red ODN directamente en los edificios.

En esta forma de realización, la estación base BS está obligada a tener las funciones de la ONU o del ONT o la BS, el adaptador WA y la unidad ONU o el terminal ONT están integrados en un solo elemento. La pasarela RGW y el terminal OLT pueden estar integrados en un solo elemento.

5 Las Figuras 27 a 29 ilustran el sistema de interconexión en diferentes configuraciones en el sistema de WCDMA.

Si ni el adaptador WA ni la pasarela RGW existen, el modelo del sistema de interconexión se ilustra en la Figura 27 y el RNC está dispuesto en la red CN.

10 Si el adaptador WA es igual al RNC y no existe ninguna pasarela RGW, el modelo del sistema de interconexión se ilustra en la Figura 28 y la red CN no incluye el RNC.

Si el adaptador WA es igual al RNC más el SGSN y no existe ninguna pasarela RGW, el modelo del sistema de interconexión se ilustra en la Figura 28 y la red CN no incluye el RNC ni el SGSN.

15 Si las funciones del adaptador WA y de la pasarela RGW están divididas según se ilustra en la tabla 1, el modelo del sistema de interconexión se ilustra en la Figura 29 y la red CN no incluye el RNC porque el RNC está dividido en diferentes elementos en la red OAN.

20 Las Figuras 30 a 39 ilustran las pilas protocolarias de la ruta UE → nodo B → ONU → OLT → CN en diferentes configuraciones. Las pilas protocolarias y los procedimientos de procesamiento y de transmisión de señales en diferentes configuraciones de la segunda forma de realización se describen a continuación.

25 I. Pila protocolaria en el modelo de configuración 1 y el correspondiente procedimiento de procesamiento y de transmisión de señales.

Haciendo referencia a la Figura 27, en el modelo de configuración 1, no existe ningún adaptador WA y la red CN incluye el RNC, el SGSN y el GGSN. El MS se denomina el UE en el WCDMA y el SGSN y el GGSN pueden integrarse en un nuevo elemento de IGSN.

30 El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario en el modelo de configuración 1, en donde está activada la función de compresión/descompresión se describe como sigue haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

35 Con referencia a la Figura 30, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario en el enlace ascendente en el modelo de configuración 1 es como sigue.

40 Los datos de la capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa PDCP de la RNL. La capa PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía el paquete de datos comprimido al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN a través de la interfaz Uu.

45 La RFL de capa física de WCDMA de la red UTRAN, que incluye el nodo B y la unidad ONU o el terminal ONT recibe los datos, encapsula los datos en tramas de protocolo de formación de tramas (FP) y envía las tramas FP al RNC en la red CN por intermedio de la interfaz Iub.

50 El FP de la interfaz Iub entre el nodo B y el RNC puede soportarse por la red OAN directamente por el puente de capa 2, tal como un puente de Ethernet, que puede utilizarse entre el RNC y el nodo B y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 del protocolo IP, puede utilizarse entre el RNC y el nodo B y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 3.

55 La transmisión de datos del plano del usuario desde el elemento que incluye el nodo B y la unidad ONU o el terminal ONT a la CN es como sigue.

60 El elemento de nodo B + ONU o de ONT divide el paquete de FP/IP en tramas ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física de ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptica-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK al RNC en la red CN para su posterior procesamiento. El RNC obtiene las tramas de RNL desde la capa FP de la interfaz Iub y envía las tramas de RNL a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras de paquetes comprimidas para obtener el paquete de datos del UE, realiza el procesamiento de capa de red de radio y de capa de red de transporte de la interfaz Iu para el paquete de datos y envía el paquete de datos a través del túnel de GTP a otro elemento en la red

CN, p.e., IGSN/SGSN.

En la red CN, IGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de capa de red de radio de la interfaz lu, siendo los datos recibidos desde el túnel de GTP el paquete IP o el paquete PPP del UE y el IGSN envía los datos en el formato de paquete IP o paquete PPP a una red externa. Como alternativa, el SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz lu, recibe datos del túnel de GTP y envía los datos al GGSN a través del túnel de GTP por intermedio de la interfaz Gn. El GGSN recibe datos en el paquete IP o paquete PPP del UE desde el túnel de GTP de la interfaz Gn y envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

La transmisión de datos en el enlace descendente es similar a la transmisión de datos en el enlace ascendente. La diferencia radica en que el PDCP en el RNC comprime las cabeceras de datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de datos en el enlace descendente.

La Figura 31 ilustra las pilas protocolarias utilizadas en el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control en el modelo de configuración 1 dado a conocer por la presente invención. sobre la base de la estructura de la pila protocolaria, los procesos del procedimiento de transmisión de señalización del plano de control son bastante obvios y por ello no se describirán aquí en detalle.

II. Estructura de pila protocolaria en el modelo de configuración 2 y el procedimiento de procesamiento de señal correspondiente.

Con referencia a la Figura 28, las diferencias entre el modelo de configuración 2 y el modelo de configuración 1 incluyen que: en el modelo de configuración 2, el adaptador WA es igual al RNC y la red CN incluye el SGSN y el GGSN, pero no el RNC. El SGSN y el GGSN pueden integrarse en un nuevo elemento IGSN, cuya estructura de pila protocolaria se ilustra en las Figuras 32 y 33.

El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario en el modelo de configuración 2, en donde está activada también la función de compresión/descompresión se describe como sigue.

Con referencia a la Figura 32, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario en el enlace ascendente, en el modelo de configuración 2, es como sigue.

Los datos de la capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa de PDCP de la RNL. La capa de PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía los datos comprimidos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu.

La RFL de capa física de WCDMA del elemento de nodo B+WA +ONU u ONT (es decir, el elemento que incluye, la estación base, el adaptador WA y la unidad ONU o el terminal ONT), en la red UTRAN, recibe los datos y envía los datos a la capa MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos de los datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras del paquete de datos comprimidas.

El elemento de nodo B+WA + ONU u ONT envía los datos descomprimidos a través del túnel de GTP a la red CN por intermedio de la interfaz lu. El protocolo del túnel de GTP, UDP e IP de la interfaz lu entre el adaptador WA y la red CN pueden soportarse directamente en la red OAN. Un puente de capa 2, tal como un puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la red CN y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 2. Como alternativa, las técnicas de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 del protocolo IP puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la red CN y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT o de OLT son todos ellos elementos de capa 3.

El procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario correspondiente desde el elemento de nodo B+WA + ONU u ONT a la red CN es como sigue.

El elemento de nodo B+WA + ONU u ONT divide el paquete de GTP/UDP/IP en tramas ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas de ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptica-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a un elemento en la red CN para su posterior procesamiento.

En la red CN, el IGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz lu recibe los datos, recibe los datos, es decir, en el paquete IP o en el paquete PPP del UE desde el túnel de GTP y envía los datos envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa. Como

- 5 alternativa, el SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz Iu, recibe los datos desde el túnel de GTP y envía los datos al GGSN por intermedio del túnel GTP a través de la interfaz Gn. El GGSN recibe los datos, es decir, paquete IP o paquete PPP del UE, desde el túnel GTP de la interfaz Gn y envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.
- 10 El procedimiento de procesamiento de datos del plano del usuario en el enlace descendente es similar al procedimiento en el enlace ascendente. La diferencia radica en que el PDCP en el elemento de nodo B+WA + ONU u ONT comprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente.
- 15 El procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control correspondiente es sobre la base de la estructura de pila protocolaria ilustrada en la Figura 33 y por ello no se describirá aquí en detalle.
- 15 III. Estructura de pila protocolaria en el modelo de configuración 3 y procedimiento de procesamiento de señal correspondiente.
- 20 Con referencia a la Figura 28, el adaptador WA en el dibujo es igual a RNC + SGSN y la red CN incluye el GGSN con funciones similares a las de IGSN ilustradas en la Figura 25. Las estructuras de las pilas protocolarias utilizadas en la comunicación se ilustran en las Figuras 34 y 35.
- El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario, en el modelo de configuración 3, en donde está activada la función de compresión/descompresión se describe como sigue.
- 25 Con referencia a la Figura 34, el procedimiento de procesamiento y transmisión de datos del plano del usuario en el enlace ascendente en el modelo de configuración 3 es como sigue.
- 30 Los datos de capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa PDCP de la RNL. La capa de PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía los datos comprimidos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa de física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu.
- 35 La RFL de capa física de WCDMA del elemento de nodo B+WA + ONU u ONT en la red UTRAN recibe los datos y envía los datos a la capa MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos de los datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras de paquetes de datos comprimidas.
- 40 El elemento de nodo B+WA + ONU u ONT envía los datos descomprimidos a través del túnel de GTP a la red CN por intermedio de la interfaz Gn. El protocolo de túnel de GTP, UDP e IP de la interfaz Gn entre el adaptador WA y la red CN se pueden soportar directamente en la red OAN. Un puente de capa 2, tal como un puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la red CN y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 del protocolo IP, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la red CN y en tal caso, los elementos de AF, ONU o de ONT y OLT son todos ellos elementos de capa 3.
- 45 El procedimiento de enviar datos del plano del usuario desde el elemento de nodo B+WA + ONU u ONT a la red CN es como sigue.
- 50 El elemento de nodo B+WA + ONU u ONT divide el paquete de GTP/UDP/IP en tramas ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física de ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptico-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a un elemento en la red CN para su posterior procesamiento.
- 55 En la red CN, el GGSN realiza el procesamiento de capa de red de transporte y de capa de red de radio en la interfaz Gn, recibe los datos, es decir, paquete IP o paquete PPP del UE, desde el túnel de GTP de la interfaz Gn y envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa.
- 60 El procedimiento de procesamiento de datos del plano del usuario correspondiente, en el enlace descendente, es similar al procedimiento en el enlace ascendente. La diferencia radica en que el PDCP en el elemento de nodo B+WA + ONU u ONT comprime las cabeceras de los datos del enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente.
- 65 El procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control correspondiente en el modelo de configuración 3 es sobre la base de la estructura de la pila protocolaria ilustrada en la Figura 35.

IV. Estructura de pila protocolaria en el modelo de configuración 4 y el procedimiento de procesamiento de transmisión de señal correspondiente.

Las estructuras de las pilas protocolarias en el plano de usuario en el modelo de configuración 4 se ilustran en las Figuras 36 y 37. Las estructuras de las pilas protocolarias en el plano de control en el modelo de configuración 4 se ilustran en las Figuras 38 y 39. La tabla 1 ilustra las definiciones de las funciones divididas del adaptador WA y de la pasarela RGW. El adaptador WA y la pasarela RGW consiguen juntos las funciones del RNC en la red de radiocomunicación. La red CN incluye el SGSN y el GGSN. El SGSN y el GGSN pueden integrarse en un nuevo elemento IGSN.

El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario en el modelo de configuración 4 en donde está activada la función de compresión/descompresión se describe como sigue.

Con referencia a las Figuras 36 y 37, la transmisión de datos del plano del usuario en el enlace ascendente es como sigue.

Los datos de la capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa PDCP de la capa RNL. La capa PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía los datos comprimidos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu+.

La RFL de capa física de WCDMA del elemento BS+WA + ONU u ONT, en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos de los datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras comprimidas del paquete de datos.

El elemento de BS+WA + ONU u ONT envía los datos descomprimidos a través del túnel de GTP a la pasarela RGW por intermedio de la interfaz Iub+ y además, a la red CN. El protocolo de túnel GTP, UDP e IP de la interfaz Iu entre el adaptador WA y la pasarela RGW pueden soportarse directamente en la red OAN. Un puente de capa 2, tal como un puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la pasarela RGW y en tal caso, el terminal OLT es un elemento de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 de protocolo IP, puede utilizarse en la red OAN entre el RNC y el nodo B y en tal caso, el OLT es un elemento de capa 3.

El procedimiento de enviar datos del plano del usuario desde el elemento de BS+WA +ONU u ONT a la red CN es como sigue.

El elemento de BS+WA + ONU o ONT divide el paquete de GTP/UDP/IP en tramas de ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física de ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptico-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a la pasarela RGW para su posterior procesamiento. La pasarela RGW recibe los datos desde el túnel de GTP de la interfaz Iub+, realiza el procesamiento de capa de red de radio y de la capa de red de transporte de la interfaz Iu y envía el paquete de datos a un elemento en la red CN a través del túnel GTP.

En la red CN, el SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de radio y de la capa de red de transporte de la interfaz Iu, recibe los datos desde el túnel de GTP y envía los datos al GGSN a través del túnel de GTP por intermedio de la interfaz Gn. El GGSN recibe datos, es decir, paquete IP o paquete PPP del UE, desde el túnel de GTP de la interfaz Gn y envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

El procedimiento de procesamiento de datos del plano del usuario correspondiente, en el enlace descendente, es similar al procedimiento de procesamiento del plano de usuario en el enlace ascendente. La diferencia radica en que el PDCP en el elemento de BS+WA + ONU u ONT comprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente.

El procedimiento de transmisión de señalización del plano de control en el modelo de configuración 4 se describe a continuación.

Haciendo referencia a las Figuras 38 y 39, la transmisión de datos de datos del plano de control correspondiente, en el enlace ascendente, es como sigue.

El RRC del UE encapsula los mensajes de GMM/SM/SMS o el mensaje de señalización de la capa en el paquete de datos y envía el paquete de datos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de

datos, añade las cabeceras de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDML. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu+.

5 La RFL de capa física de WCDMA del elemento de BS+WA + ONU u ONT, en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos del paquete de datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa RRC de la RNL. La capa de RRC suele realizar el análisis sintáctico del mensaje de señalización directamente y realiza las acciones correspondientes, es decir, establecimiento de conexión, informe de control. Sin embargo, el RRC del elemento de BS+WA + ONU u ONT envía los mensajes de señalización correspondientes a la reubicación del elemento de BS+WA + ONU u ONT, la gestión de recursos de radio de múltiples células, la distribución de difusión, el control de la paginación de búsqueda y el reenvío del mensaje RANAP/RNSAP a la capa RRC de la pasarela RGW a través de la capa de red de radio (p.e., FP) y la capa de transporte (p.e., IP/LNK/PHY) de la interfaz lub+. La pasarela RGW reenvía los mensajes de señalización a la red CN para su posterior procesamiento.

El RRC, la capa de red de radio (p.e., FP o NBAP) y la capa de red de transporte (capa IP o soporte de señalización [p.e., SCTP/IP]) de la interfaz lub+ entre el adaptador WA y la pasarela RGW puede soportarse directamente por la red OAN. Un puente de capa 2, tal como un puente de Ethernet, puede utilizarse en la red OAN entre el adaptador WA y la pasarela RGW y en tal caso, el terminal OLT es un elemento de capa 2. Como alternativa, la técnica de enrutamiento de capa 3, tal como la técnica de enrutamiento de capa 3 de protocolo IP, puede utilizarse en la red entre el adaptador WA y la pasarela RGW y en tal caso, el terminal OLT es un elemento de capa 3.

La transmisión de señalización de control correspondiente desde el de BS+WA + ONU u ONT a la red CN es como sigue.

El elemento de BS+WA + ONU u ONT divide el paquete FP/IP de la interfaz lub+ o el paquete de NABP/STCP/IP en tramas ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física de ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas ODN LNK al terminal OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptica-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte las tramas ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a la pasarela RGW para su posterior procesamiento. La pasarela RGW realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz lub+, recupera las tramas de RNL del RRC desde el FP y envía las tramas de RNL a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa MAC/RLC elimina las cabeceras de paquetes una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al RRC. La capa de RRC descomprime las cabeceras comprimidas del paquete de datos para recuperar el paquete de datos y envía el paquete de datos a un elemento en la red CN después de que la capa de red de radio y la capa de red de transporte de la interfaz lu hayan procesado el paquete.

En la red CN, el IGSN/SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz lu para recuperar los mensajes GMM/SM/SMS desde el RANAP.

De modo similar a la transmisión de señalización de control en el enlace ascendente, la transmisión de señalización de control en el enlace descendente incluye: la recepción por el UE de los mensajes de señalización desde la red CN y los mensajes de señalización de RRC desde AN en un procedimiento en la dirección opuesta.

En el modelo de procesamiento de pilas protocolarias, las funciones de la capa de RRC se ponen en práctica por la pasarela RGW y el adaptador WA en la estación base. Las funciones que incluyen el establecimiento de conexión rápida, la realimentación rápida y la asignación de recursos se proporcionan por el adaptador WA en la estación base y las funciones tales como la gestión de datos, la memorización de datos y el procesamiento en relación con las múltiples estaciones base se proporcionan por la pasarela RGW. De esta manera, una parte de las funciones de RNC se desplazan, en sentido descendente, hasta la estación base a través del adaptador WA y de la interfaz entre el RNC y la estación base se optimiza.

Las Figuras 40 a 42 ilustran formas de realización dadas a conocer por la presente invención para la interconexión de una red OAN y una red de radiocomunicación.

En esta forma de realización, la BS o BS y el WA de una red de radiocomunicación de 3G o de 2G se conecta directamente a la red de banda ancha OAN en un punto de referencia v. Un terminal OLT de la red de banda ancha OAN está conectado a la red central CN por intermedio de una interfaz v. La forma de realización utiliza un acoplamiento ligero, en donde la red de acceso de la red de radiocomunicación y la red de acceso de la red óptica están interconectadas en la periferia, es decir, en el punto de referencia v y la red de radiocomunicación y la red óptica comparten la misma CN. Mediante esta forma de realización, los servicios y los recursos de aplicación pueden compartirse en las dos redes. A modo de ejemplo, la autenticación, la facturación y la atención al cliente pueden unificarse en la red central CN. El sistema de interconexión se ilustra en las Figuras 40 a 42, en donde la estación base BS y el adaptador WA están integrados en un solo elemento.

Las Figuras 43 a 52 ilustran las estructuras de pilas protocolarias en diferentes configuraciones para la interconexión en el sistema de WCDMA. Con referencia a las descripciones anteriores, existen diferentes configuraciones según se indica a continuación.

5 Si ni el adaptador WA ni la pasarela RGW existen, la estación base BS está conectada directamente al punto de referencia v de la red OAN y el RNC puede estar en la CN; el módulo del sistema de referencia, en esta forma de realización, se ilustra en la Figura 40.

10 Si el adaptador WA es igual al RNC y no existe ninguna pasarela RGW, el adaptador WA y la estación base BS se integrarán en un solo elemento y el elemento está conectado al punto de referencia v de la red OAN; el modelo del sistema de referencia, en esta configuración, se ilustra en la Figura 41.

15 Si cuando el adaptador WA es igual al RNC más el SGSN y no existe ninguna pasarela RGW, el adaptador WA y la estación base BS se integrarán en un solo elemento y el elemento está conectado al punto de referencia v de la red OAN; el modelo del sistema de referencia en esta configuración, se ilustra en la Figura 41.

20 Si cuando las funciones divididas del WA y de la pasarela RGW se definen como se ilustra en la tabla 1 la estación base BS y el adaptador WA se integrarán en un solo elemento y el elemento deberá conectarse al punto de referencia v de la red OAN; el elemento está conectado también a la pasarela RGW y además, a la red CN; el modelo del sistema de referencia, en esta configuración, se ilustra en la Figura 42.

25 Las estructuras de las pilas protocolarias en diferentes configuraciones se ilustran en las Figuras 43 a 52. Las pilas protocolarias y los procedimientos de procesamiento y de transmisión de señal, en diferentes configuraciones de la presente invención, se describen a continuación.

I. Pilas protocolarias en el modelo de configuración 1 y el procedimiento de procesamiento de transmisión de señal correspondiente.

30 Con referencia a la Figura 40, en el modelo de configuración 1, no existe ningún adaptador WA ni pasarela RGW y la red CN incluye el RNC, el SGSN y el GGSN. MS se denomina UE en la WCDMA. El SGSN y el GGSN pueden integrarse en un nuevo elemento IGSN.

35 Las estructuras de la pila protocolaria del plano del usuario y la pila protocolaria del plano de control en la ruta de transmisión de la red OAN en el modelo de configuración 1, es decir, CPE -> AF-> ONU u ONT-> OLT -> CN, se ilustran en la Figura 43. La estructura de la pila protocolaria del plano del usuario en la ruta de transmisión de red de acceso de la red de radiocomunicación, es decir, UE-> Nodo B -> RNC -> IGSN, se ilustra en la Figura 44 y la estructura de pila protocolaria de plano de control correspondiente se ilustra en la Figura 45. El RNC tiene la función de control de transferencia de acceso de cable/radio, es decir, incluye un módulo adaptado para la conmutación entre el acceso por cable y el acceso por radio.

40 El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario, en el modelo de configuración 1, en donde está activada la función de compresión o descompresión se describe como sigue.

45 Con referencia a la Figura 43, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario, en el enlace ascendente de la red óptica en el modelo de configuración 1 es como sigue.

50 El CPE divide el paquete del usuario en tramas LNK y envía las tramas LNK a la función AF a través de la capa física entre el CPE y la AF. La función AF convierte las tramas LNK en tramas ONU LNK y envía las tramas ONU LNK a la ONU o al ONT a través de la capa física entre la ONU o el ONT y la función AF. La ONU o el ONT convierten las tramas de ONU o de ONT LNK en tramas ODN LNK que son adecuadas para la transmisión óptica, realiza la conversión electro-óptica, tiene el soporte de la capa física de ODN para las tramas ODN LNK y ocasionalmente, envía las tramas ONU LNK al OLT a través de la fibra. La OLT PHY realiza la conversión óptica-electrónica para recuperar las tramas ODN LNK, convierte ODN LNK en tramas LNK y envía las tramas LNK a la red CN para su posterior procesamiento.

55 La transmisión de datos correspondiente, en el enlace descendente, es similar a la transmisión de datos en el enlace ascendente, aunque en la dirección opuesta.

60 En la red óptica en el modelo de configuración 1, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización de plano de control es sobre la base de la estructura de pila protocolaria ilustrada en la Figura 43 y el procedimiento no se describe a continuación con más detalle.

Haciendo referencia a la Figura 44, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario, en el enlace ascendente de la red de radiocomunicación en el modelo de configuración 1 es como sigue.

65 Los datos de la capa de aplicación del UE se encapsulan en el paquete IP o paquete PPP y se envían a la capa de

PDCP de la RNL. La capa de PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía los datos comprimidos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de la capa de física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu.

5 La RFL de capa física de WCDMA de nodo B en la red UTRAN recibe los datos, encapsula los datos en tramas frecuencia-tiempo y envía las tramas FP al RNC en la red CN por intermedio de la interfaz Iub.

10 El RNC en la red CN obtiene las tramas de RNL desde la capa FP de la interfaz Iub y envía las tramas RNL a la capa MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras protocolarias una por una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras de paquetes comprimidas para obtener el paquete de datos, realiza el procesamiento de la capa de red de radio y de la capa de red de transporte de la interfaz Iu para el paquete de datos y envía el paquete de datos a otro elemento en la red CN a través del túnel GTP, p.e., IGSN/SGSN.

15 En la red CN, IGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz Iu. Los datos recibidos desde el túnel de GTP son el paquete IP o el paquete PPP del UE. IGSN envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa. Como alternativa, el SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio en la interfaz Iu, recibe datos desde el túnel GTP y envía los datos al GGSN a través del túnel de GTP por intermedio de la interfaz Gn. Los datos recibidos por el GGSN desde el túnel GTP de la interfaz Gn son el paquete IP o paquete PPP del equipo UE. El GGSN envía los datos en el formato de paquete IP o del paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

20 En el modelo de configuración 1, el procedimiento de procesamiento de datos en el plano del usuario correspondiente, en el enlace descendente de la red de radiocomunicación, es similar al procedimiento de procesamiento de datos en el enlace ascendente. La diferencia radica en que el PDCP en el RNC comprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de los datos en el enlace descendente.

25 En el modelo de configuración 1, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señal en el plano de control de la red de radiocomunicación está sobre la base de la estructura de pila protocolaria en la Figura 45 y por ello el procedimiento no se describirá aquí con mayor detalle.

30 II. Pilas protocolarias en el modelo de configuración 2 y procedimiento de procesamiento y de transmisión de señal correspondiente.

35 Las diferencias entre el modelo de configuración 1 y el modelo de configuración 2 incluyen que: en el modelo 2, el adaptador WA es igual al RNC, la red CN incluye el SGSN y el GGSN, pero no el RNC; el SGSN y el GGSN en la red CN, pueden integrarse en un nuevo elemento IGSN.

40 En el modelo de configuración 2, la ruta de transmisión en la red óptica, es decir, CPE -> AF -> ONU o ONT-> OLT -> CN utiliza la estructura de pila protocolaria ilustrada en la Figura 44 y la ruta de transmisión en la red de radiocomunicación, es decir UE -> nodo B + RNC -> IGSN, utiliza la estructura de pila protocolaria ilustrada en las Figuras 46 y 47. La red CN tiene la función de control de transferencia de acceso de cable/radio, es decir, incluye un módulo que está adaptado para la conmutación entre el acceso por cable y el acceso por radio.

45 El procedimiento de transmisión de datos en el plano del usuario del modelo de configuración 2, en donde se activa la función de compresión/descompresión es como sigue.

50 Con referencia a la Figura 46, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario, en el enlace ascendente en la red de radiocomunicación, es como sigue.

55 Los datos de capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa de PDCP de la RNL. La capa PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía los datos comprimidos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu.

60 La RFL de capa física de WCDMA del elemento de nodo B+WA, en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa MAC/RLC de la RNL. La capa MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos del paquete de datos, una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras comprimidas del paquete de datos.

65 El elemento de nodo B+WA realiza el procesamiento de capa de red de radio y de capa de red de transporte de la interfaz Iu y envía el paquete de datos a través del túnel de GTP a un elemento en la red CN.

En la red CN, IGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz Iu. Los datos recibidos desde el túnel de GTP son el paquete IP o el paquete PPP del UE. IGSN envía los datos en el formato de paquete IP o del paquete PPP a una red externa. Como alternativa el SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y la capa de red de radio de la interfaz Iu, recibe datos desde el túnel de GTP y envía los datos al GGSN por intermedio del túnel GTP a través de la interfaz Gn. Los datos recibidos por el GGSN desde el túnel de GTP de la interfaz Gn son un paquete IP o un paquete PPP del UE. El GGSN envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

El procedimiento de procesamiento de datos del plano del usuario, en el enlace descendente, es similar al procedimiento en el enlace ascendente. La diferencia es que el PDCP en el elemento de nodo B+WA comprime las cabeceras de datos en el enlace descendente y el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de datos en el enlace descendente.

En el modelo de configuración 2, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control de la red de radiocomunicación está dado en la estructura de pilas protocolarias ilustradas en la Figura 47.

En el modelo de configuración 2, la transmisión de datos del plano del usuario correspondiente de la red óptica, ilustrada en la Figura 43, es similar a los procedimientos anteriormente descritos y por ello no se describe aquí con más detalle.

III. Pilas protocolarias en el modelo de configuración 3 y procedimiento de procesamiento y transmisión de señal correspondiente.

Las diferencias entre el modelo de configuración 3 y el módulo de configuración 1 incluyen que: en el modelo de configuración 3, el adaptador WA es igual al RNC + SGSN y la red CN incluye el GGSN que tiene las mismas funciones que IGSN en la Figura 43.

Las estructuras de pilas protocolarias utilizadas en las rutas en el modelo de configuración 3 son las mismas que las estructuras de pilas protocolarias en el modelo de configuración 2, es decir, la ruta CPE -> AF -> ONU u ONT -> OLT -> CN utiliza la estructura de pilas protocolarias ilustrada en la Figura 43 y la ruta UE -> Nodo B+WA -> IGSN utiliza las estructuras de pilas protocolarias ilustradas en las Figuras 46 y 48. La red CN tiene la función de control de transferencia del acceso por cable/radio, es decir, incluye un módulo adaptado para la conmutación entre el acceso por cable y el acceso por radio.

El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario de la red de radiocomunicación, en donde se activa la función de compresión/descompresión se describe como sigue.

El procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario correspondiente de la red óptica es el mismo que el procedimiento de procesamiento y transmisión de datos del plano del usuario de la red óptica en el modelo de configuración 1 y no se describirá aquí con más detalle.

Con referencia a la Figura 46, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario, en el enlace ascendente en el modelo de configuración 3, es como sigue.

Los datos de la aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa de PDCP de la RNL. La capa de PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía los datos comprimidos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC al paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa de física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu.

La RFL de capa física de WCDMA del elemento de nodo B+WA en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos de los datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras de paquetes de datos comprimidas. El elemento de nodo B+WA realiza el procesamiento de capa de red de radio y de capa de red de transporte de la interfaz Gn y envía el paquete de datos a través del túnel GTP a un elemento en la red CN.

En la red CN, puesto que ya no está incluido el SGSN, el GGSN realiza el procesamiento de capa de red de transporte y de capa de red de radio de la interfaz Gn. Los datos recibidos desde el túnel de GTP de la interfaz Gn están en el formato de paquete IP o en el formato de paquete PPP del UE. El GGSN envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa.

El procedimiento de procesamiento de datos del plano de usuario correspondiente, en el enlace descendente de la red de radiocomunicación, es similar al procedimiento en el enlace ascendente. La diferencia es que el PDCP en el elemento de nodo B+WA comprime las cabeceras de datos en el enlace descendente mientras que el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de datos en el enlace descendente.

El procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control correspondiente, en el modelo de configuración 3, es sobre la base de la estructura de pilas protocolarias ilustrada en la Figura 48.

5 IV. Pilas protocolarias en el modelo de configuración 4 y el procedimiento de procesamiento y transmisión de señal correspondiente.

En el modelo de configuración 4, las funciones del adaptador WA y de la pasarela RGW están divididas según se ilustra en la Tabla 1, la red NC incluye los nodos SGSN y GGSN; los nodos SGSN y GGSN pueden integrarse en un nuevo elemento IGSN.

10 En el modelo de configuración 4, la ruta de transmisión de la red de radiocomunicación, es decir, UE -> Nodo B -> RCN -> IGSN utiliza las estructuras de pilas protocolarias del plano del usuario ilustradas en las Figuras 49 y 50. Las estructuras de pilas protocolarias correspondientes en el plano de control se ilustran en las Figuras 51 y 52. Y la ruta de transmisión correspondiente de la red óptica, es decir CPE -> AF > ONU o ONT-> OLT -> CN, utiliza la estructura de pilas protocolarias ilustrada en la Figura 43. La pasarela RGW tiene la función de control de transferencia de acceso por cable/radio, es decir, incluye un módulo adaptado para la conmutación entre el acceso por cable y el acceso por radio.

20 El procedimiento de transmisión de datos del plano del usuario de la red de radiocomunicación, en el modelo de configuración 4, en donde está activada la función de compresión/descompresión es como sigue.

Con referencia a las Figuras 49 y 50, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de datos del plano del usuario en el enlace ascendente es como sigue.

25 Los datos de la capa de aplicación del UE se encapsulan en un paquete IP o en un paquete PPP y se envían a la capa de PDCP de la RNL. La capa de PDCP comprime las cabeceras del paquete de datos y envía el paquete de datos comprimido al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade la cabecera de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa de física de WCDMA. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu+.

30 La RFL de capa física de WCDMA del elemento de BS+WA en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos del paquete de datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al PDCP de la RNL. El PDCP descomprime las cabeceras comprimidas del paquete de datos. El elemento de BS+WA envía los datos descomprimidos a través del túnel GTP por intermedio de la interfaz lub+ a la pasarela RGW. La pasarela RGW recibe los datos desde el túnel de GTP y la interfaz lub+ realiza el procesamiento de capa de red de radio y de capa de red de transporte de la interfaz lu y envía el paquete de datos a un elemento en la red CN a través del túnel de GTP.

40 El GGSN realiza el procesamiento de capa de red de transporte y de capa de red de radio de la interfaz lu, recibe datos desde el túnel de GTP y envía los datos al GGSN a través del túnel de GTP por intermedio de la interfaz Gn. El SGSN puede integrarse en la pasarela RGW o establecerse en la red CN. El paquete de datos recibido por el GGSN desde el túnel GTP de la interfaz Gn es un paquete IP o un paquete PPP del UE. El GGSN envía los datos en el formato de paquete IP o de paquete PPP a una red externa por intermedio de la interfaz Gi.

50 El procedimiento de procesamiento de datos del plano de usuario correspondiente, en el enlace descendente de la red de radiocomunicación, es similar al procedimiento en el enlace ascendente. La diferencia es que el PDCP en el elemento de BS+WA comprime las cabeceras de datos en el enlace descendente mientras que el PDCP en el UE descomprime las cabeceras de datos en el enlace descendente.

El procedimiento de transmisión de señalización de control en el plano de control de la red de radiocomunicación se describe a continuación.

55 Con referencia a las Figuras 51 y 52, el procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización de control correspondiente, en el enlace ascendente es como sigue.

60 El RRC del UE encapsula los mensajes de GMM/SM/SMS o el mensaje de señalización de la capa en el paquete de datos y envía el paquete de datos al RLC/MAC de la RNL. La capa de RLC/MAC recibe y procesa el paquete de datos, añade las cabeceras de RLC/MAC en el paquete de datos y envía el paquete de datos a la RFL de capa física de WCDML. La capa física codifica y modula el paquete de datos y envía el paquete de datos a la red UTRAN por intermedio de la interfaz Uu+.

65 La RFL de capa física de WCDMA del elemento de BS+WA, en la red UTRAN, recibe el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa de MAC/RLC elimina las cabeceras de protocolos del paquete de datos una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos a la capa de

RRC de la RNL. La capa de RRC suele realizar el análisis sintáctico del mensaje de señalización directamente y realiza las acciones correspondientes, es decir, establecimiento de conexión e informe de control. Sin embargo, el RRC del elemento de BS+WA envía los mensajes de señalización correspondientes a la reubicación del elemento de BS+WA, la gestión de recursos de radio de múltiples células, la distribución de difusión, el control de la paginación de búsqueda y el reenvío del mensaje RANAP/RNSAP a la capa RRC de la pasarela RGW a través de la capa de red de radio (p.e., FP) y de la capa de transporte (p.e., IP/LNK/PHY) de la interfaz lub+. La pasarela RGW reenvía los mensajes de señalización a la red CN para su posterior procesamiento.

El reenvío de señalización de control correspondiente desde el de BS+WA a la red CN es como sigue.

El elemento de BS+WA divide el paquete FP/IP de la interfaz lub+ o el paquete de NABP/STCP/IP en tramas LNK y envía las tramas LNK a la pasarela RGW a través de la capa física entre el elemento de BS+WA y la pasarela RGW. La pasarela RGW realiza el procesamiento de capa de red de transporte y de capa de red de radio de la interfaz lub+, recupera las tramas RNL del RRC desde el FP y envía las tramas de RNL a la capa de MAC/RLC de la RNL. La capa MAC/RLC elimina las cabeceras de paquetes una a una, reorganiza y combina el paquete de datos y envía el paquete de datos al RRC. La capa de RRC descomprime las cabeceras comprimidas del paquete de datos para recuperar el paquete de datos y envía el paquete de datos a un elemento de red en la red CN después de que la capa de red de radio y la capa de red de transporte de la interfaz lu hayan procesado el paquete.

En la red CN, el IGSN/SGSN realiza el procesamiento de la capa de red de transporte y de la capa de red de radio de la interfaz lu para recuperar los mensajes GMM/SM/SMS desde el RANAP.

El procedimiento de procesamiento y de transmisión de señalización del plano de control correspondiente en el enlace descendente en el modelo de configuración 4 incluye: la recepción por el UE de los mensajes de señalización desde la red CN y los mensajes de señalización de RRC desde AN en un procedimiento en la dirección opuesta.

En el modelo de procesamiento de pilas protocolarias, las funciones de la capa de RRC se ponen en práctica por la pasarela RGW y la estación base. Las funciones que incluyen el establecimiento de conexión rápida, la realimentación rápida y la asignación de recursos se proporcionan por la estación base y las funciones tales como la gestión de datos, la memorización de datos y el procesamiento en relación con las múltiples estaciones base se proporcionan por la pasarela RGW.

En resumen, la presente invención da a conocer la interconexión entre una red de radiocomunicación de 3G/2G y una red OAN (p.e., red de acceso PON) y un sistema de aplicación en donde la red de radiocomunicación está acoplada, de forma fuerte o ligera, con la red OAN después de que la pila protocolaria de interfaz de radio se desplace en sentido descendente a la estación base; por lo tanto, la red de radiocomunicación puede funcionar como la extensión de radio del acceso de línea cableada de la red OAN y es adecuada para aplicaciones de acceso de radio fijo, nómada, portátil y móvil. De esta manera, la presente invención da a conocer una nueva evolución para los operadores de redes OAN para desarrollar redes radioeléctricas.

La presente invención desplaza la pila protocolaria de interfaz de radio en sentido descendente a la estación base, ofreciendo las siguientes ventajas operativas al sistema de comunicación de interconexión de la presente invención.

Las interfaces estándar lu e lur se reutilizan en la mayor medida posible, por lo que el sistema de interconexión puede evolucionar sin discontinuidades sobre la base de la arquitectura de red UTRAN convencional.

La pila protocolaria de interfaz de aire se desplaza en sentido descendente y por lo tanto, la influencia del retardo de la transmisión sobre la calidad QoS se reduce y la QoS de servicios de datos de alta velocidad está asegurada de esta manera.

Los mensajes para configurar el protocolo del plano del usuario del protocolo de interfaz de radio por el RRC del plano de control del protocolo de interfaz de radio se procesan dentro de la estación base, por lo que la carga de trabajo en el enlace entre la estación BS y el BSC se reducen en gran medida y el mecanismo de transmisión entre la estación BS y BSC se simplifica en gran medida porque la retransmisión de RLC ya no utiliza el enlace entre BS y BSC y por lo tanto, se mejora, en gran medida, el rendimiento de transmisión de datos y la relación de rentabilidad de los recursos de redes de acceso de radio.

La estructura de red múltiple a múltiple impide efectivamente los fallos operativos causados por las anomalías de un punto único.

El sistema de comunicación de interconexión es adecuado para aplicaciones de acceso fijo, nómada, portátil y de baja velocidad en acceso de radio móvil y es fácil de fusionar con las redes de cables.

Además, el sistema de acoplamiento fuerte proporcionado por la presente invención está basado en la red inalámbrica/móvil sobre fibra, que compensa los inconvenientes de la técnica de acceso móvil/inalámbrica la técnica de acceso de red OAN y extiende la cobertura de la red. La técnica inalámbrica/móvil sobre fibra complementa la

cobertura de la red OAN con una cobertura inalámbrica y por lo tanto, la construcción de la red de acceso de 3G o 2G puede hacer pleno uso de los recursos de línea existentes de la red OAN original y el coste de construcción de la red de acceso de 3G o 2G se reduce en gran medida.

5 El sistema de acoplamiento flojo de la presente invención permite a la red de radio y a la red OAN compartir los recursos de la red central de las dos redes, por lo que los procedimientos de autenticación, facturación y atención al cliente pueden realizarse en una manera unificada y la planificación de la red puede ser más adecuada.

10 La interconexión proporcionada por la presente invención entre la red de radiocomunicación y la red óptica utiliza, a la vez, la excelente movilidad de la red de radiocomunicación y el buen rendimiento de transmisión de datos de la red óptica, con lo que la red de comunicación puede proporcionarse entre servicios de transmisión de tráfico para personas individuales.

15 La anterior descripción es solamente a modo de ejemplo de formas de realización de la presente invención. El alcance de protección de la presente invención, sin embargo, no está limitado a la descripción anterior. Cualquier alteración o sustitución dentro del alcance técnico dado a conocer por la presente invención y que sea de fácil aplicación por los expertos en esta técnica deben cubrirse por el alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención debe determinarse por las declaraciones realizadas en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de interconexión de una red óptica con una red de radiocomunicación que comprende:
- 5 una red de acceso óptica, OAN, que utiliza fibras para la transmisión y
una red de radiocomunicación conectada a la red de acceso óptica, caracterizada por cuanto que
- 10 una estación base en la red de radiocomunicación está conectada a un elemento entre función de adaptador AF, una unidad de red óptica, ONU, un terminal de red óptica, ONT o una red de distribución óptica, ODN, en la red de acceso óptica y se comunica con dicho elemento entre la función de adaptador AF, la unidad ONU, el terminal ONT o la red ODN para realizar la interconexión entre la red óptica y la red de radiocomunicación, en donde dicha estación base está conectada a dicho elemento entre la función de adaptador AF, la unidad ONU, el terminal ONT o la red ODN por intermedio de un adaptador inalámbrico, WA; estando el adaptador WA al menos adaptado para un
- 15 Control de Acceso Multimedia, MAC, un control de Enlace de Radio, RLC, un Protocolo de Convergencia de Datos en Modo Paquete, PDCP, una gestión de los Recursos de Radio especificados por célula, CS-RRM y un control de transferencia en la Pila Protocolaria de Capa de Red de Radio, RNL.
2. El sistema según la reivindicación 1, cuando se comunica con una red central, CN, sin un Nodo de Soporte GPRS de Servicio, SGSN, o un centro de conmutación móvil o una función de control de paquetes, en donde el adaptador WA está, además, adaptado para utilizarse como un elemento entre el nodo SGSN, o un centro de conmutación móvil o la función de control de paquetes, en la red de radiocomunicación y el WA se comunica directamente con un Nodo de Soporte GPRS de Pasarela, GGSN o un centro de conmutación móvil de pasarela o un
- 20 un Nodo Servidor de Datos en Paquetes, PDSN, en la red central, CN.
3. El sistema según la reivindicación 1, en donde el adaptador WA está, además, adaptado para utilizarse como una función entre un Control de Difusión/Multidifusión, BMC, un Control de Admisión, un Control Celular y una Asignación de QoS.
- 30 4. El sistema según la reivindicación 2, que comprende, además, una pasarela de Radio, RGW, acoplada a la red OAN y adaptada para utilizarse al menos como un Control de Distribución de Difusión y de Reubicación.
5. El sistema según la reivindicación 4, en donde la pasarela RGW está acoplada a la red OAN por intermedio de un punto de referencia V y acoplada a la red central, CN, a través de una interfaz IU de la pasarela RGW y la RGW está integrada con un terminal de línea óptica, OLT, de la OAN en un primer elemento de red.
- 35 6. El sistema según la reivindicación 4, en donde la pasarela RGW está adaptada para utilizarse como un Control de Distribución de Difusión y de Reubicación y está, además, adaptada para utilizarse como una o varias funciones entre una Gestión de Recursos Radioeléctricos Multicelular, MC-RRM, un Control de Paginación de Búsqueda, un Control de Búsqueda entre el Acceso por Cable y el Acceso por Radio, un Control Multicelular, un Reenvío de Mensajes del Subsistema de Aplicación de la Red de Acceso de Radio, RANAP y un Reenvío de Mensajes del Protocolo de Aplicación de los Subsistemas de Red de Radio, RNSAP.
- 40 7. El sistema según la reivindicación 1, en donde
- 45 la red OAN y la red de radiocomunicación se conectan a la misma red central, CN, por intermedio de los servicios y una gestión se proporciona a terminales de usuario en la red OAN y/o la red de radiocomunicación.
8. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,
- 50 en donde el adaptador WA está integrado con la estación base en un segundo elemento de la red de radiocomunicación y el segundo elemento está conectado a la red OAN por intermedio de un punto de referencia T.
9. El sistema según la reivindicación 8, en donde la estación base y el adaptador WA están conectados para formar un tercer elemento y el tercer elemento está conectado a la red OAN por intermedio de un punto de referencia T, (a) o V de la red OAN.
- 55 10. El sistema según la reivindicación 1, en donde la estación base está directamente conectada a un punto de referencia V en la red OAN y conectado, además, a una red central, CN, por intermedio del punto de referencia V y la red OAN está conectada a la red central CN por intermedio del punto de referencia V y la red CN incluye un RNC o una estación base.
- 60 11. El sistema según la reivindicación 10, en donde el RNC en la red central CN o el controlador de estación base en la red central CN conectados, respectivamente, a la estación base y a un terminal de línea óptica, OLT, incluye un módulo de función de control de transferencia para la conmutación entre el acceso por cable y el acceso por radio.
- 65

12. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, 10 y 11, en donde la red de radiocomunicación comprende una red GSM, GPRS, CDMA, CDMA2000, WCDMA y TDC-SCDMA.

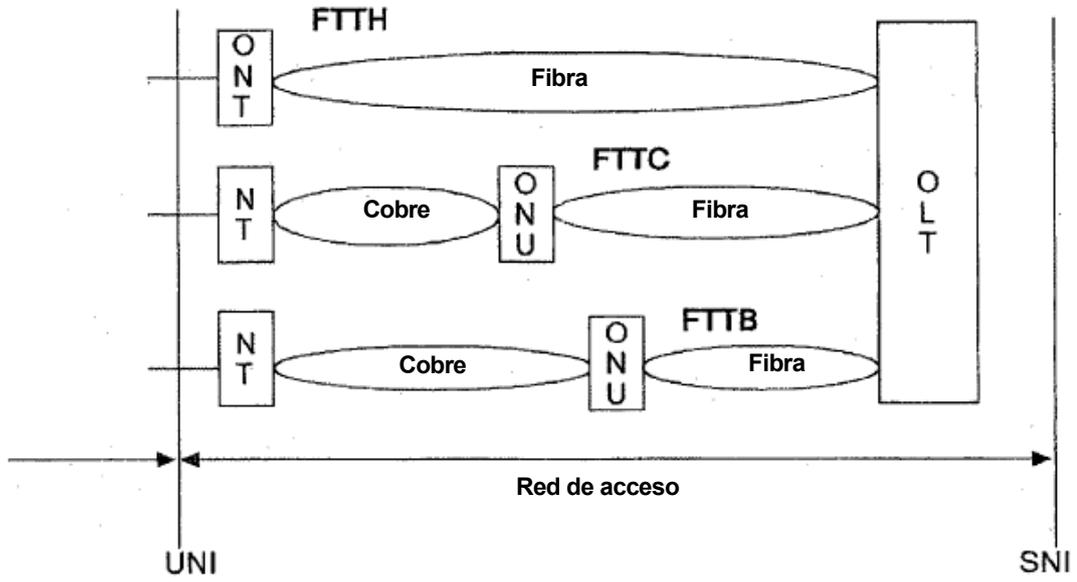


Fig. 1

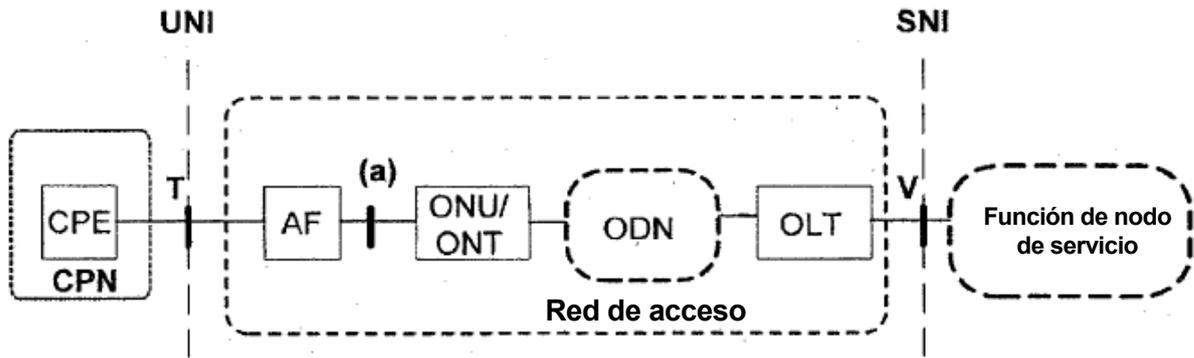


Fig. 2

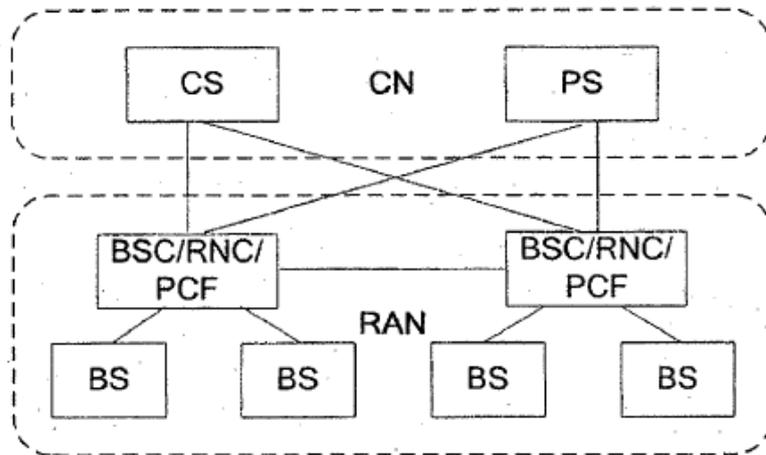


Fig. 3

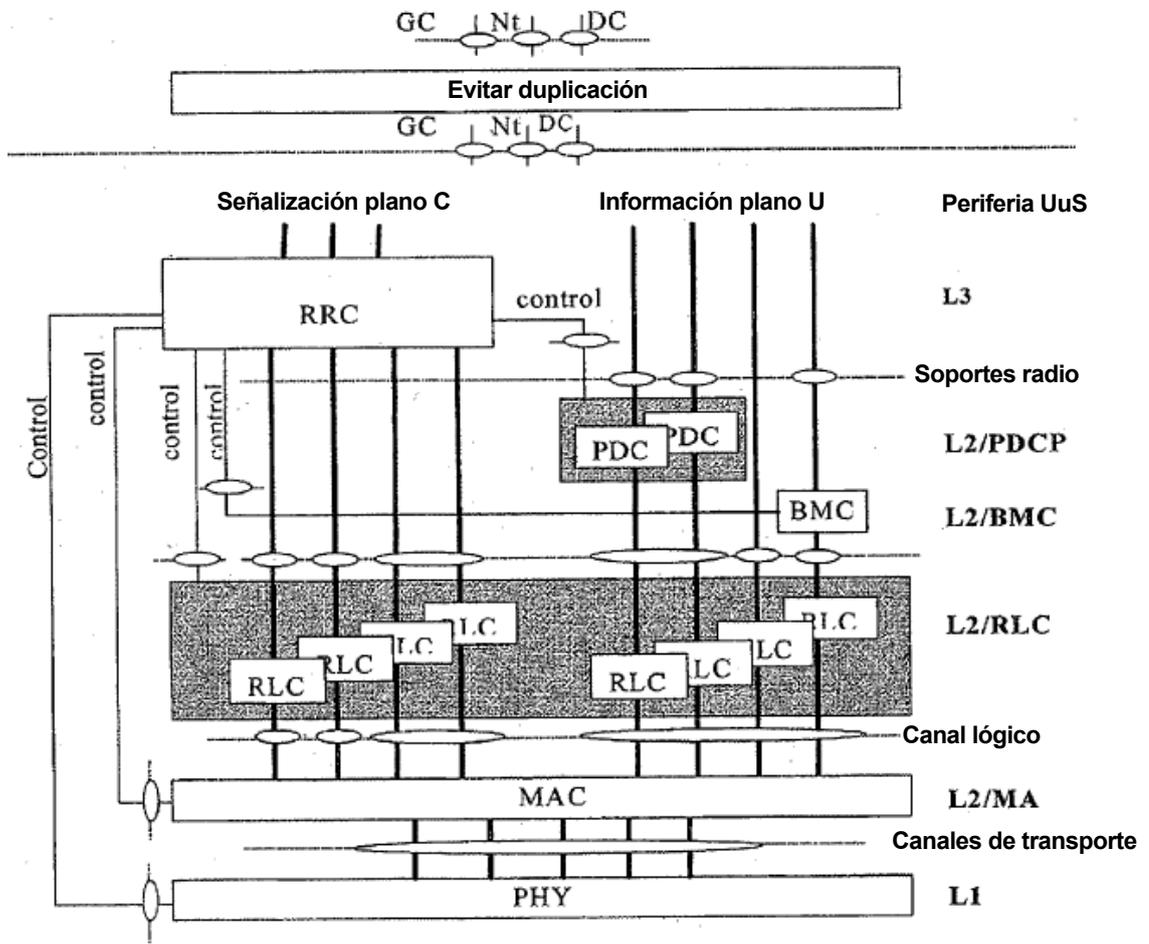


Fig. 4

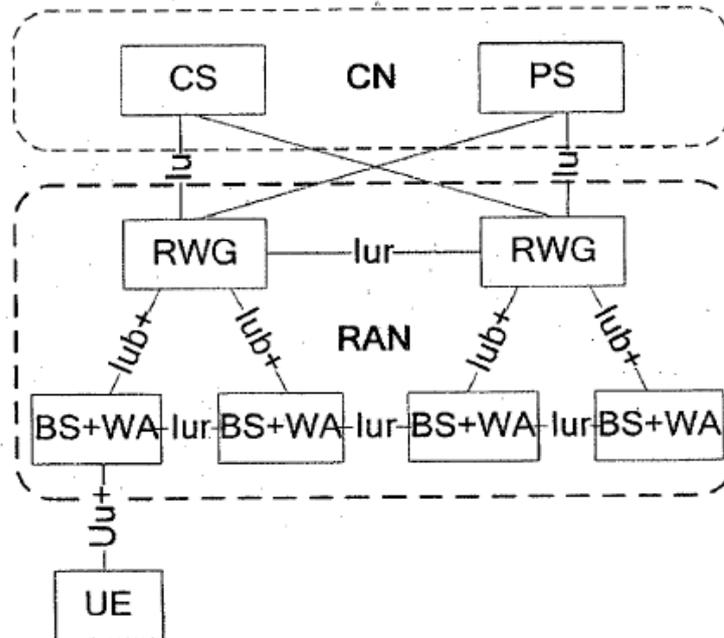


Fig. 5

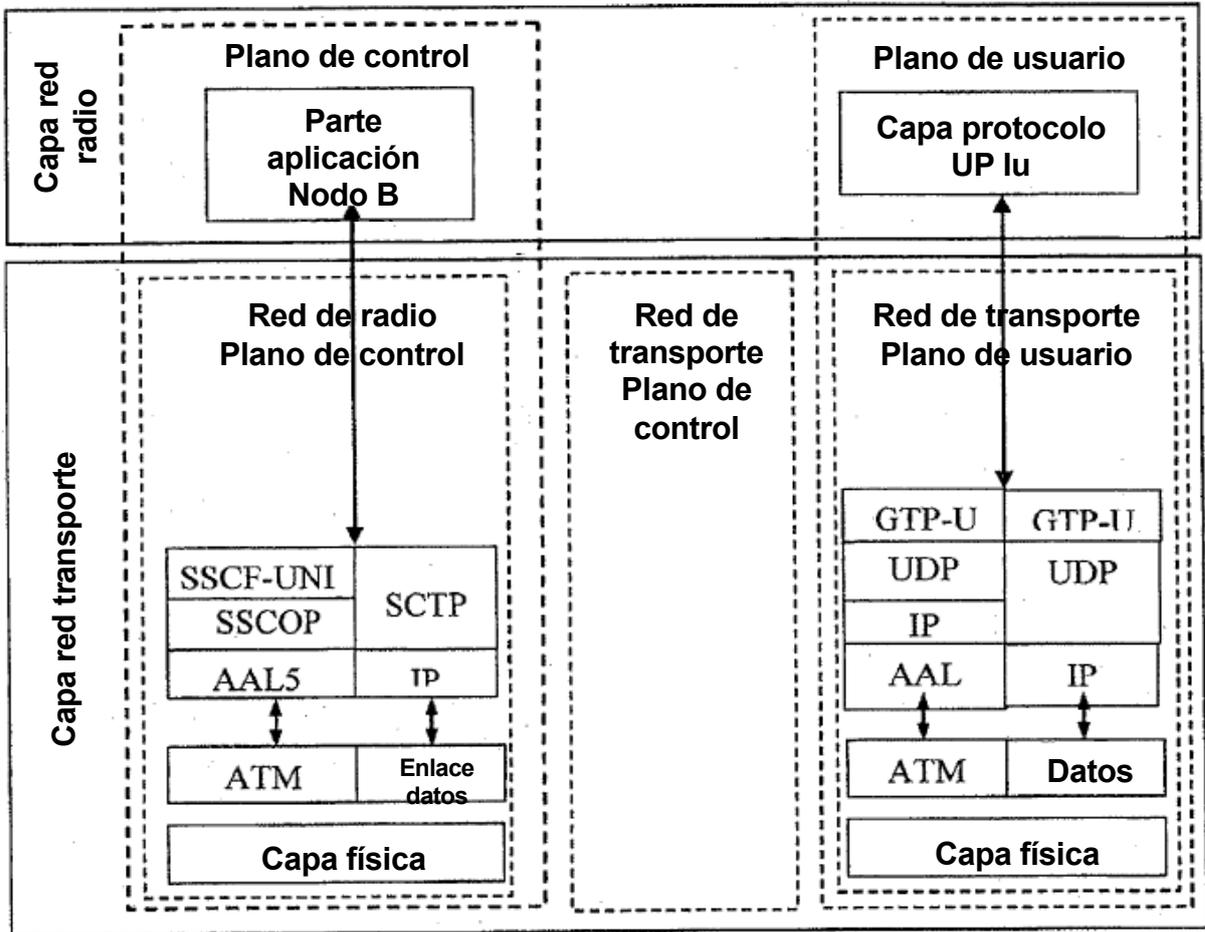


Fig. 6

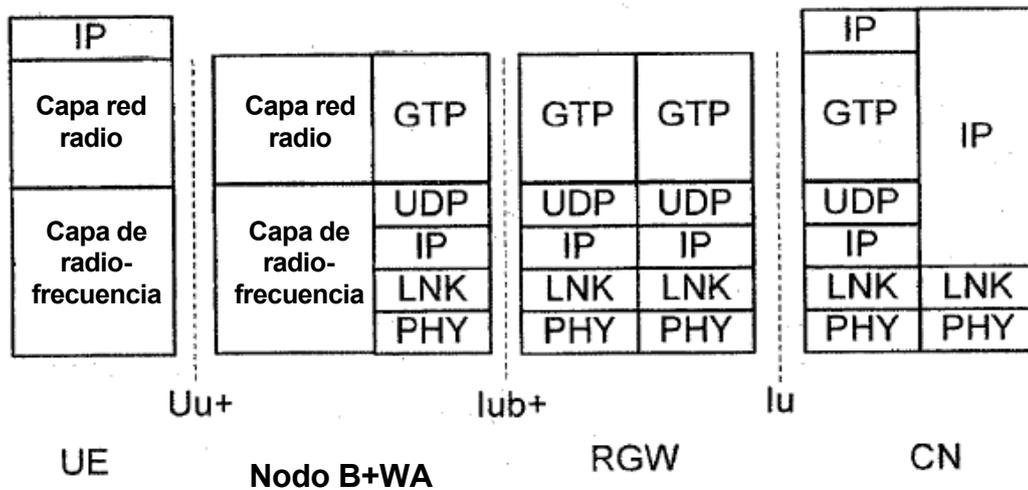


Fig. 7a

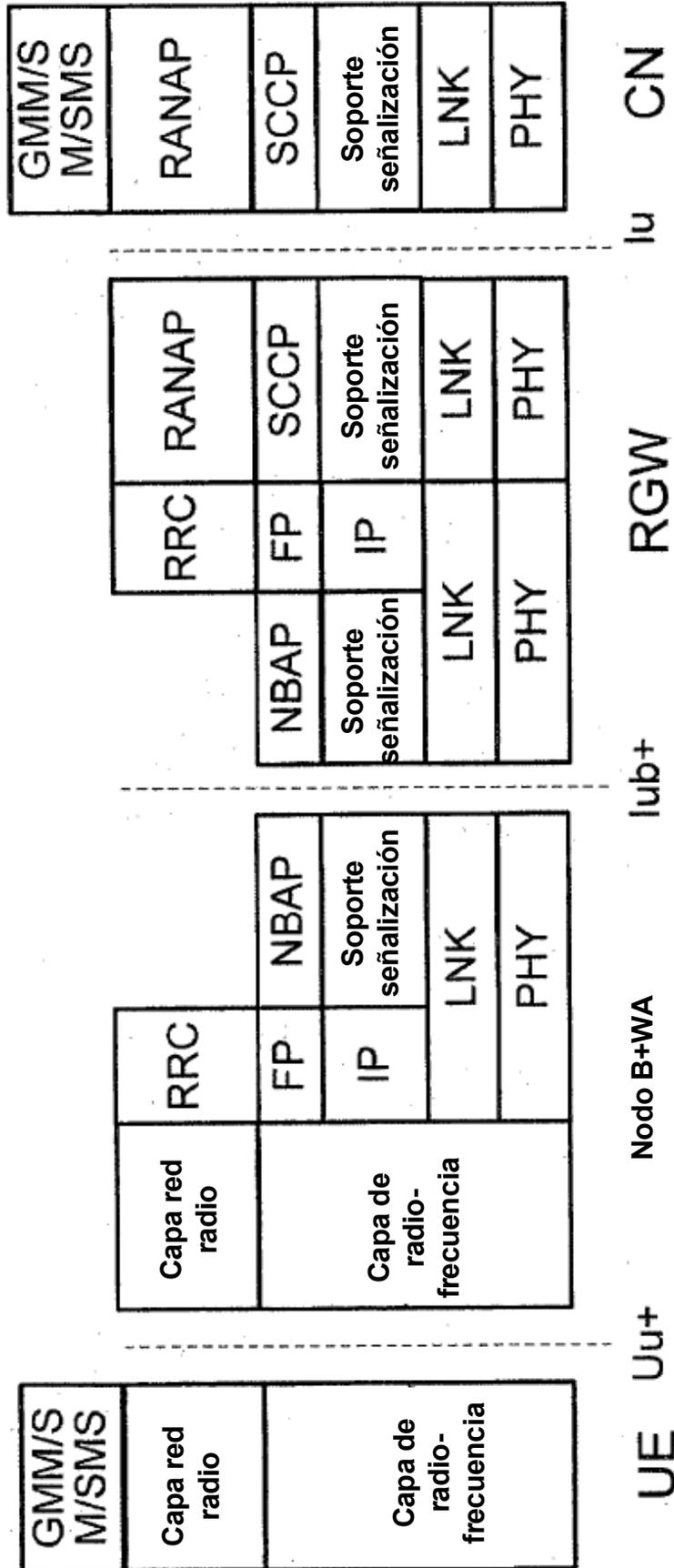


Fig.7b

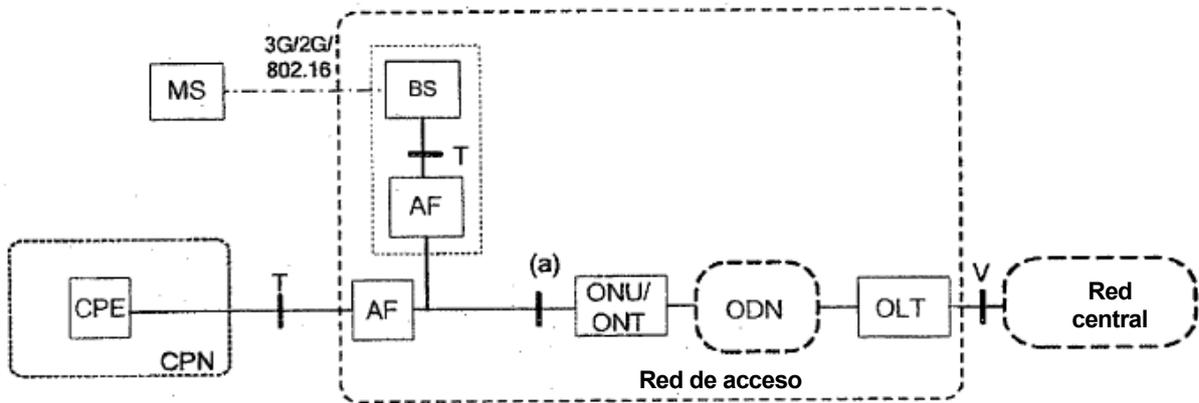


Fig. 8

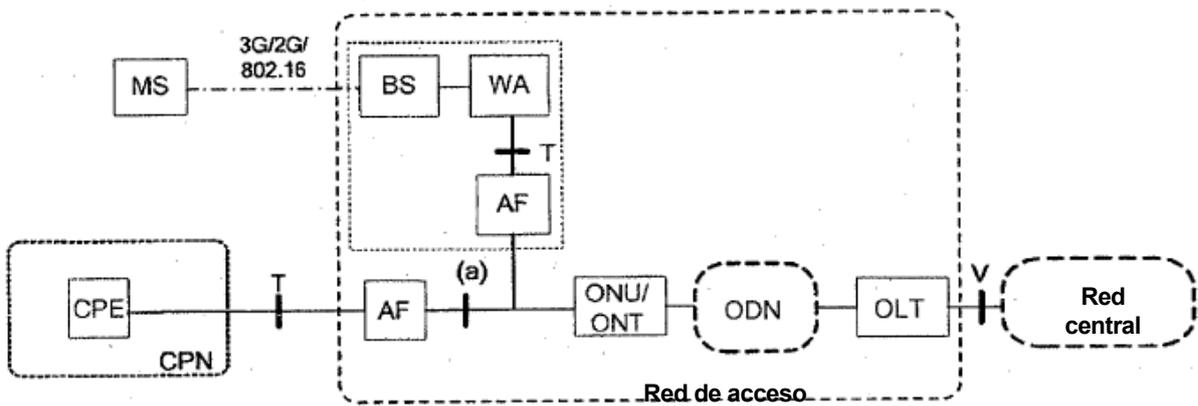


Fig. 9

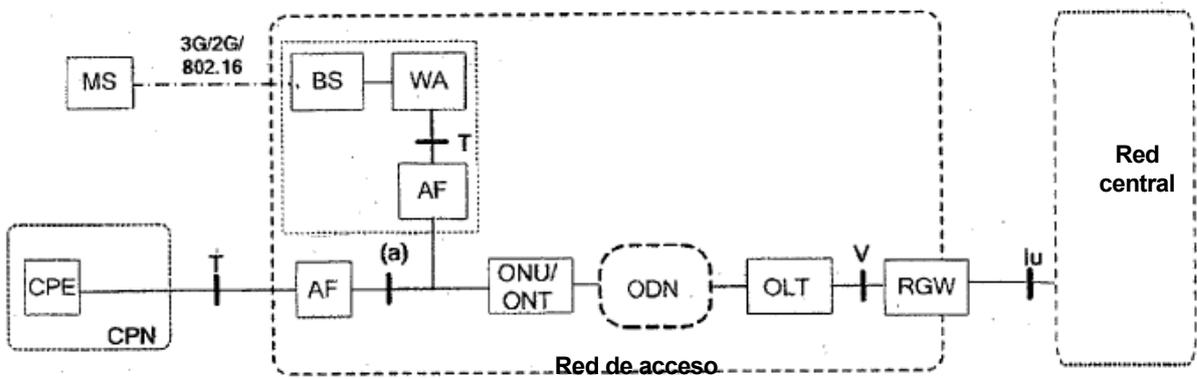


Fig. 10

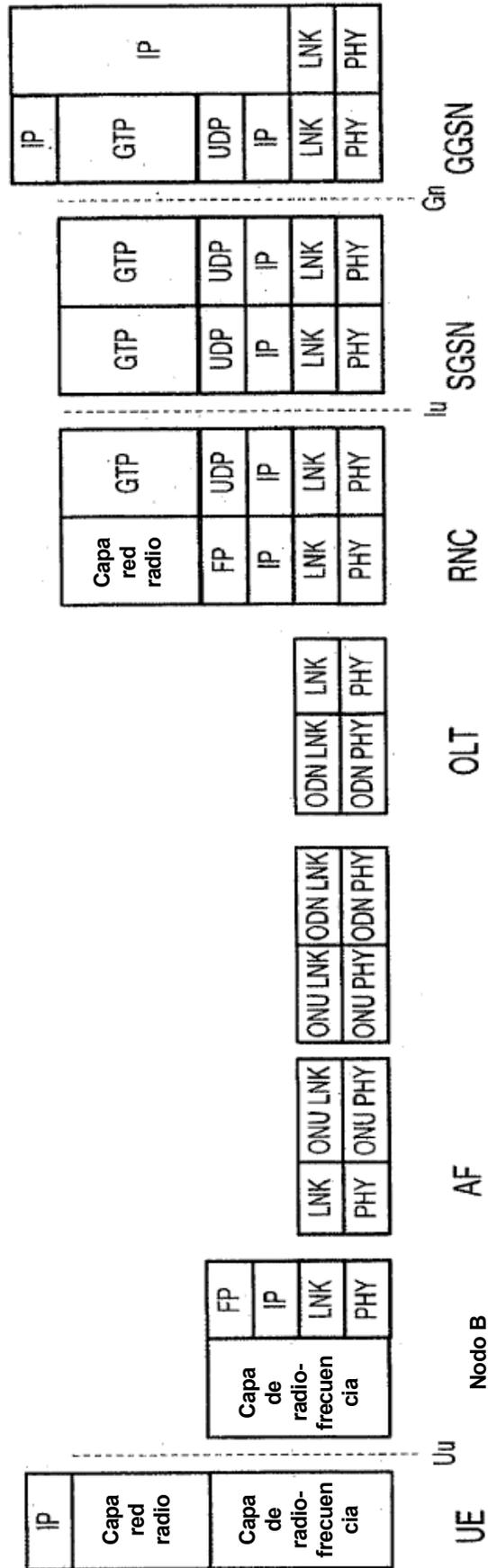


Fig. 11

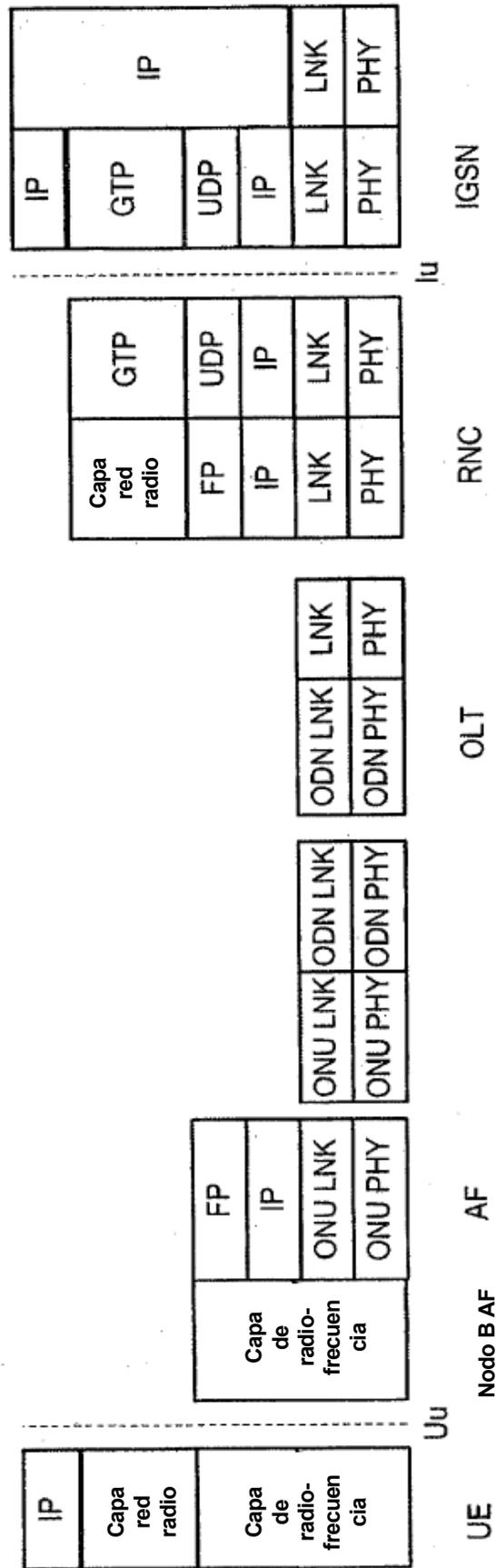


Fig. 12

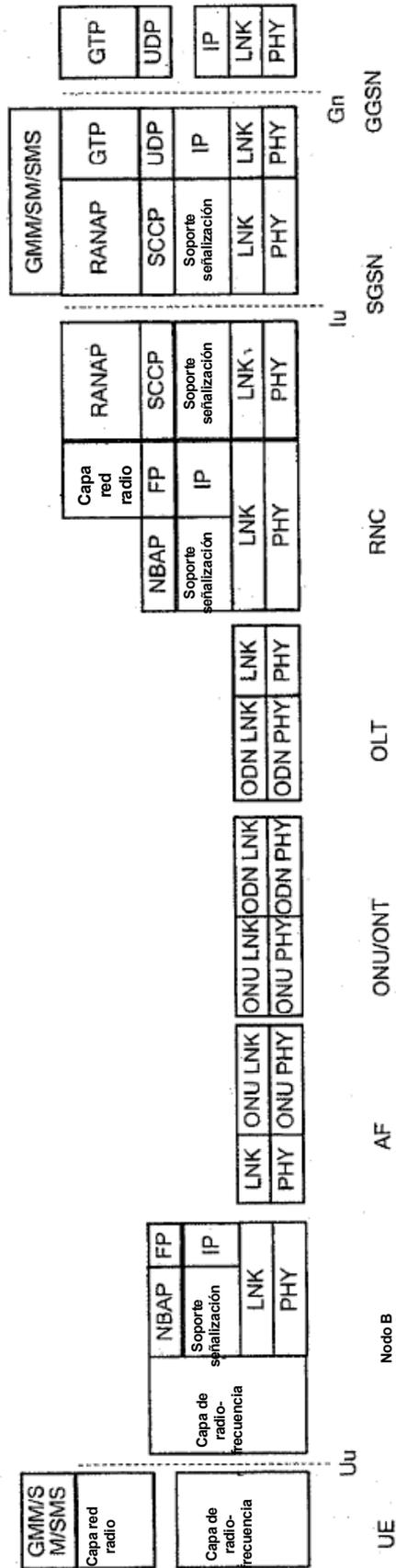


Fig. 13

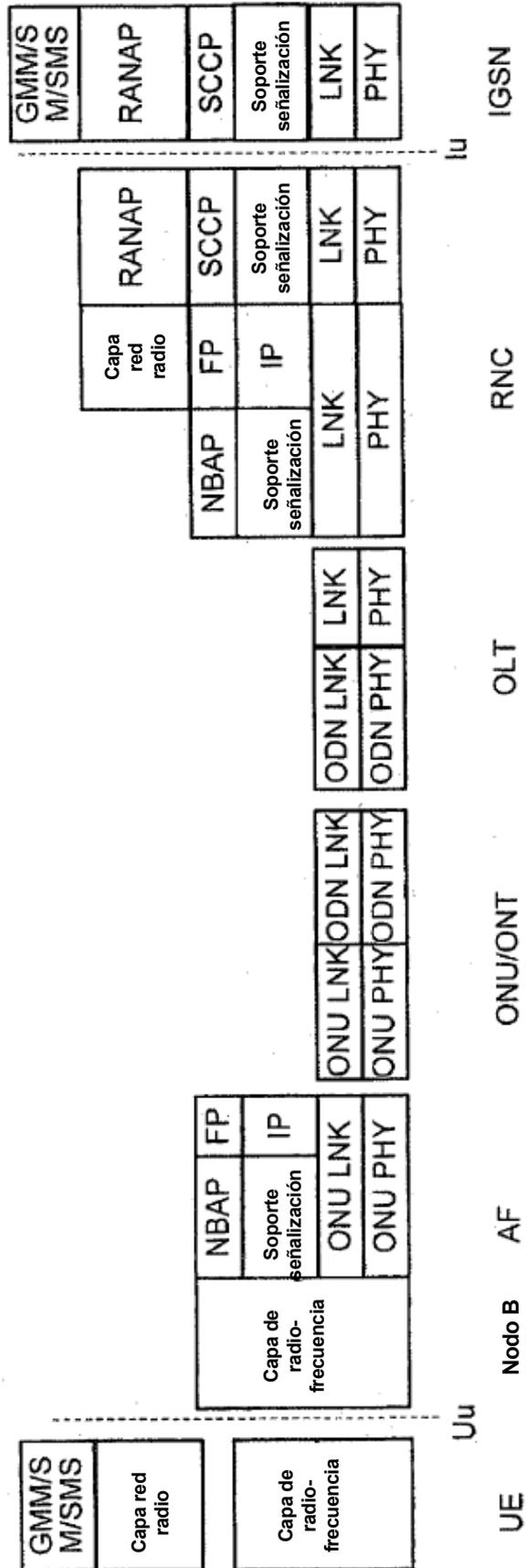


Fig. 14

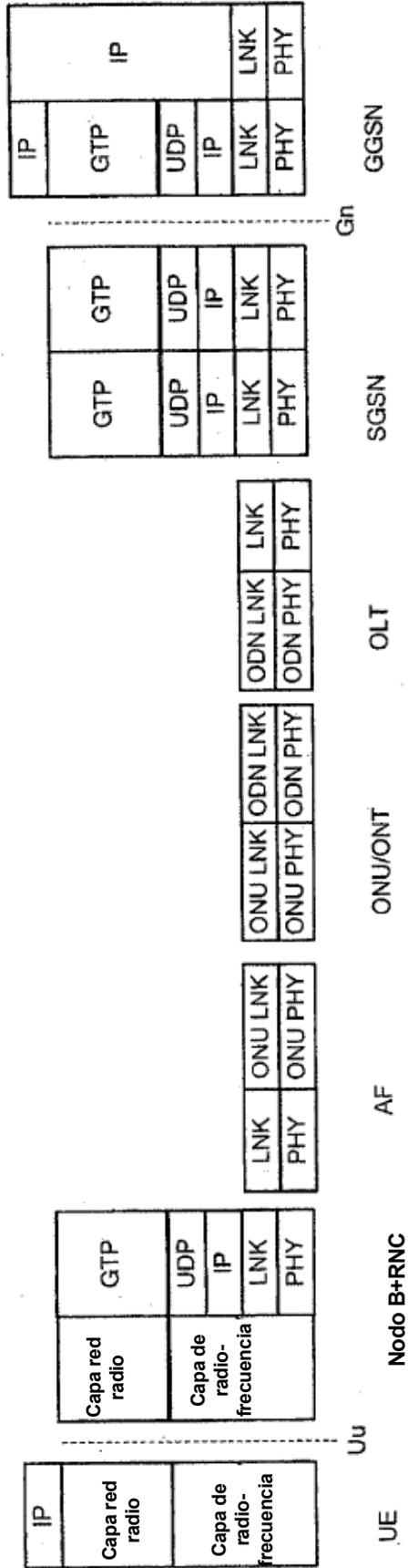


Fig. 15

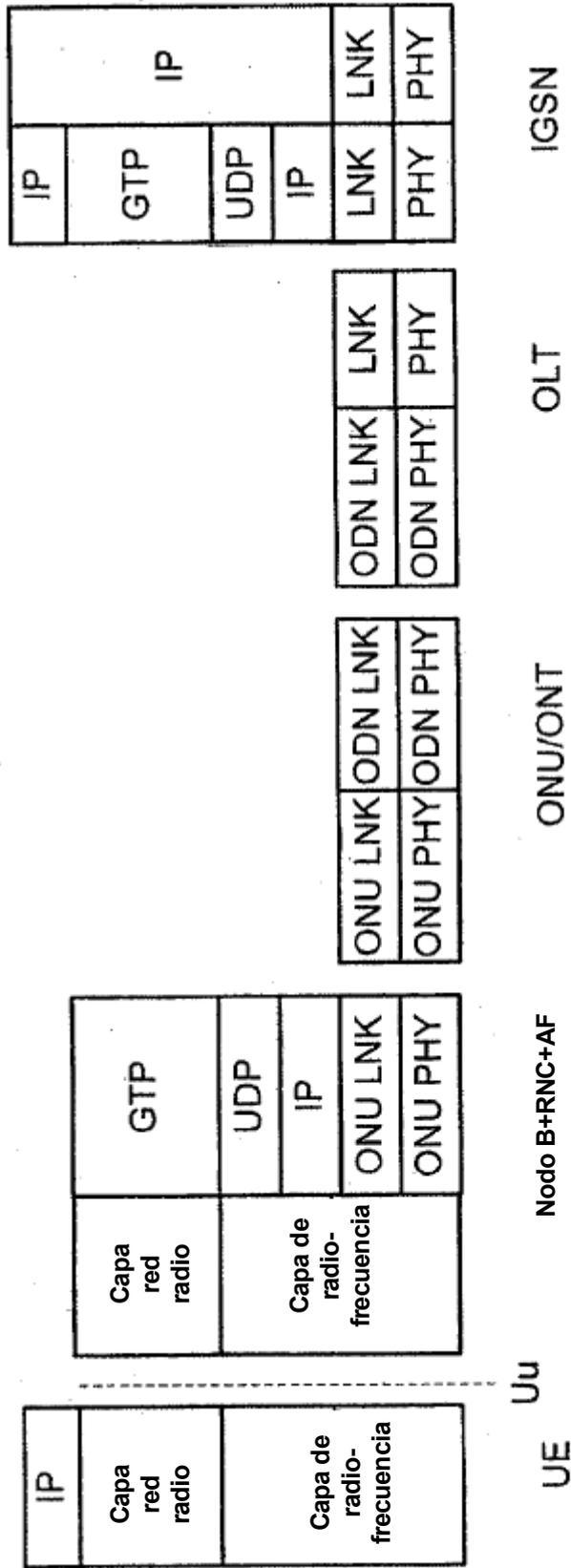


Fig. 16

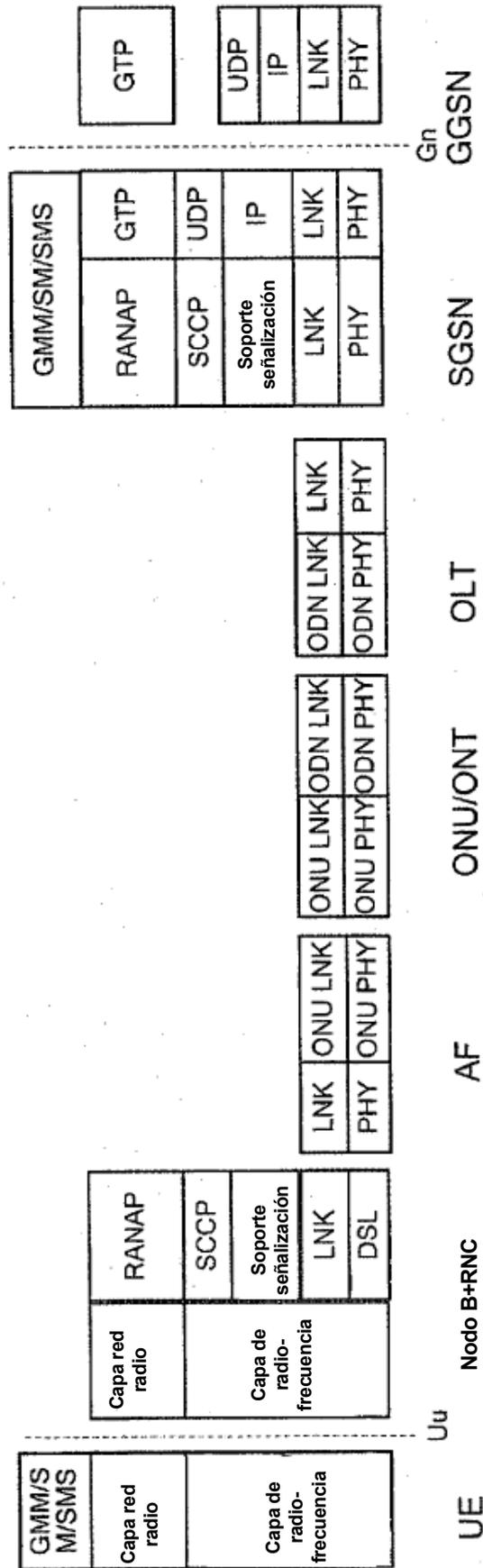


Fig. 17

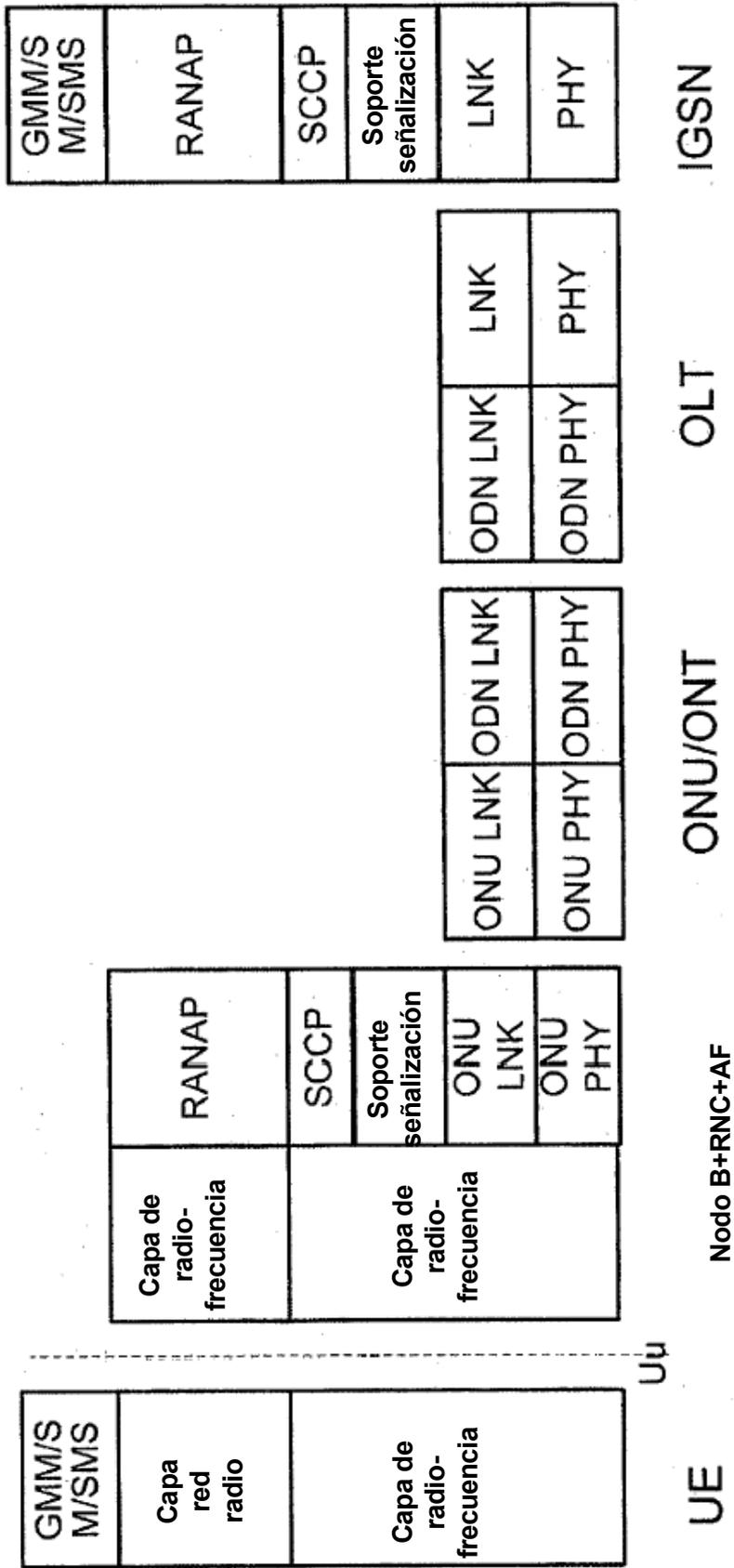


Fig. 18

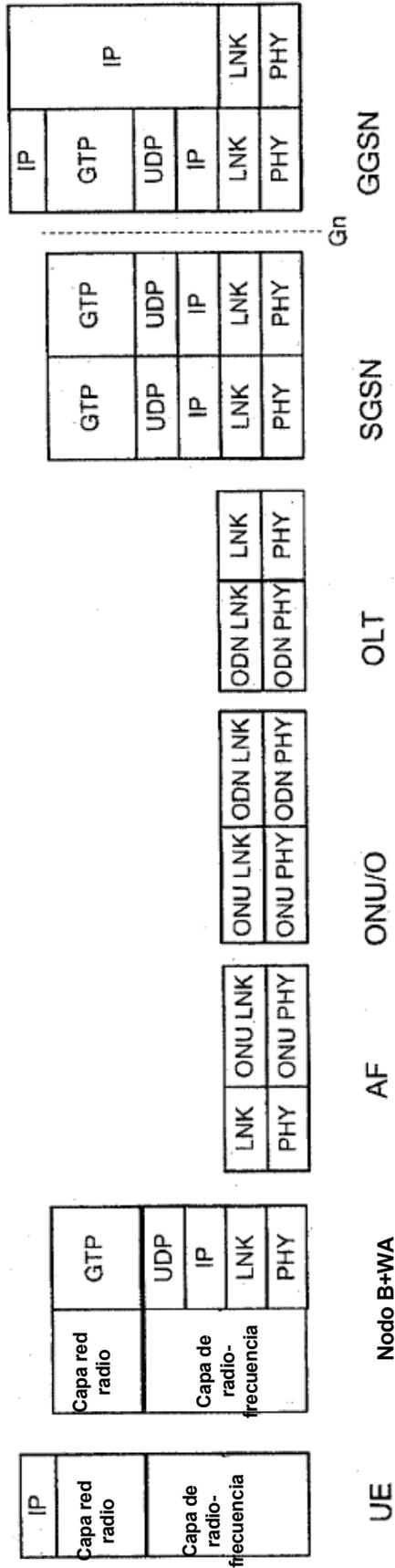


Fig. 19

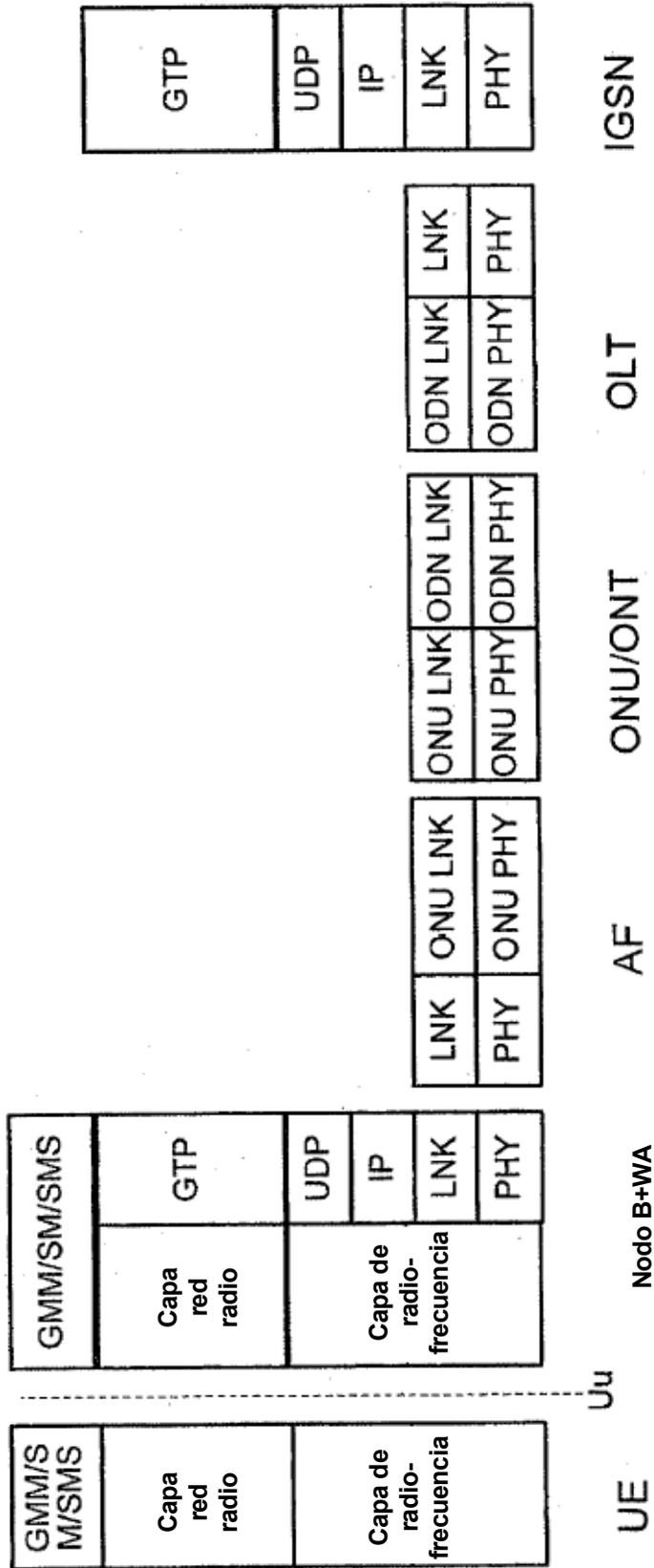


Fig. 21

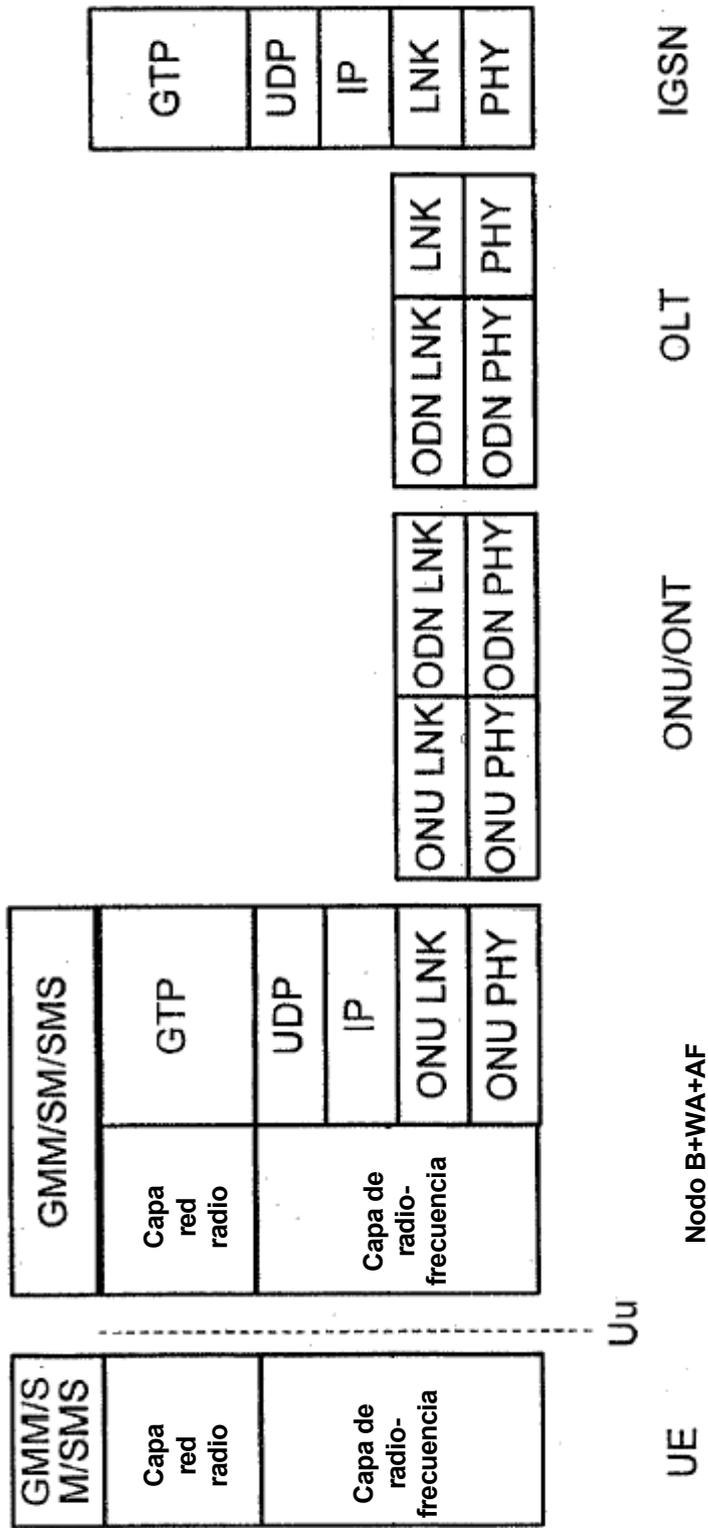


Fig. 22

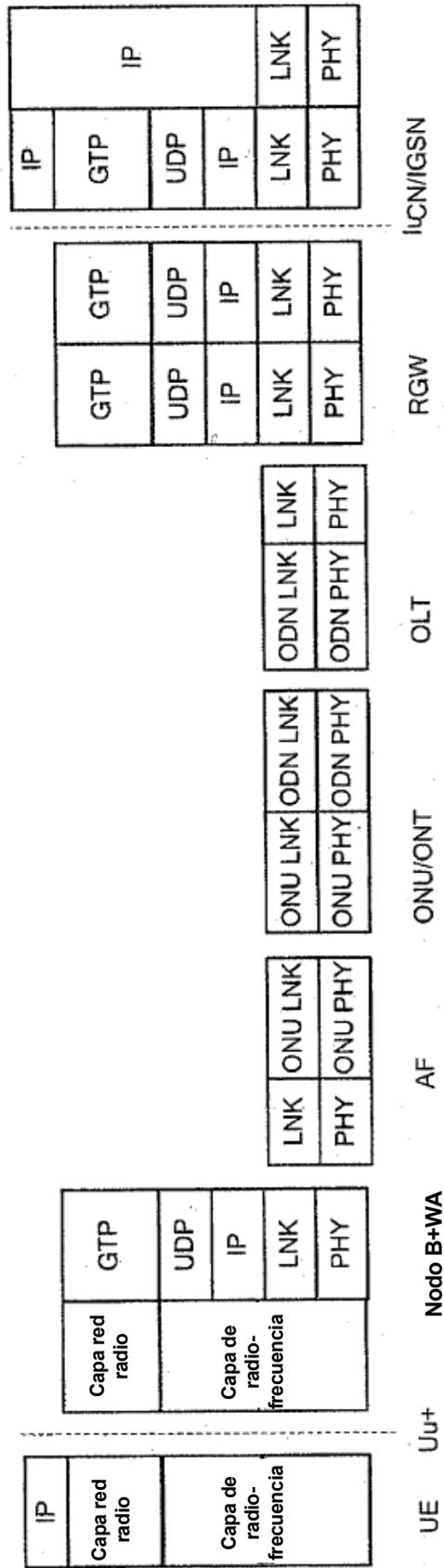


Fig. 23

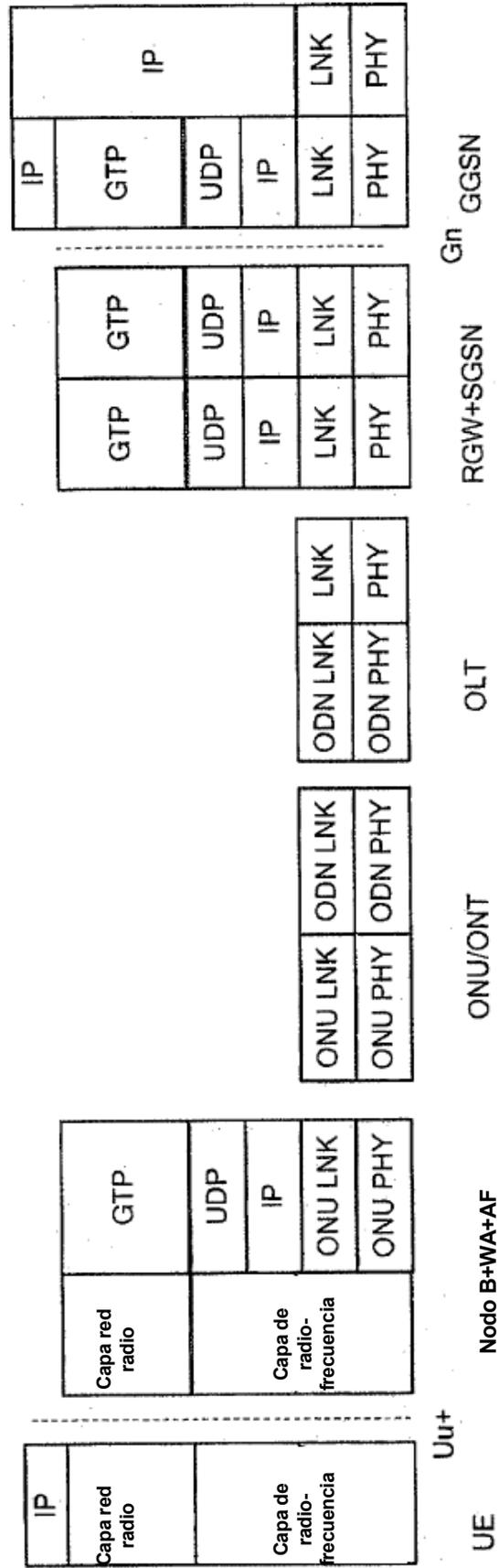


Fig. 24

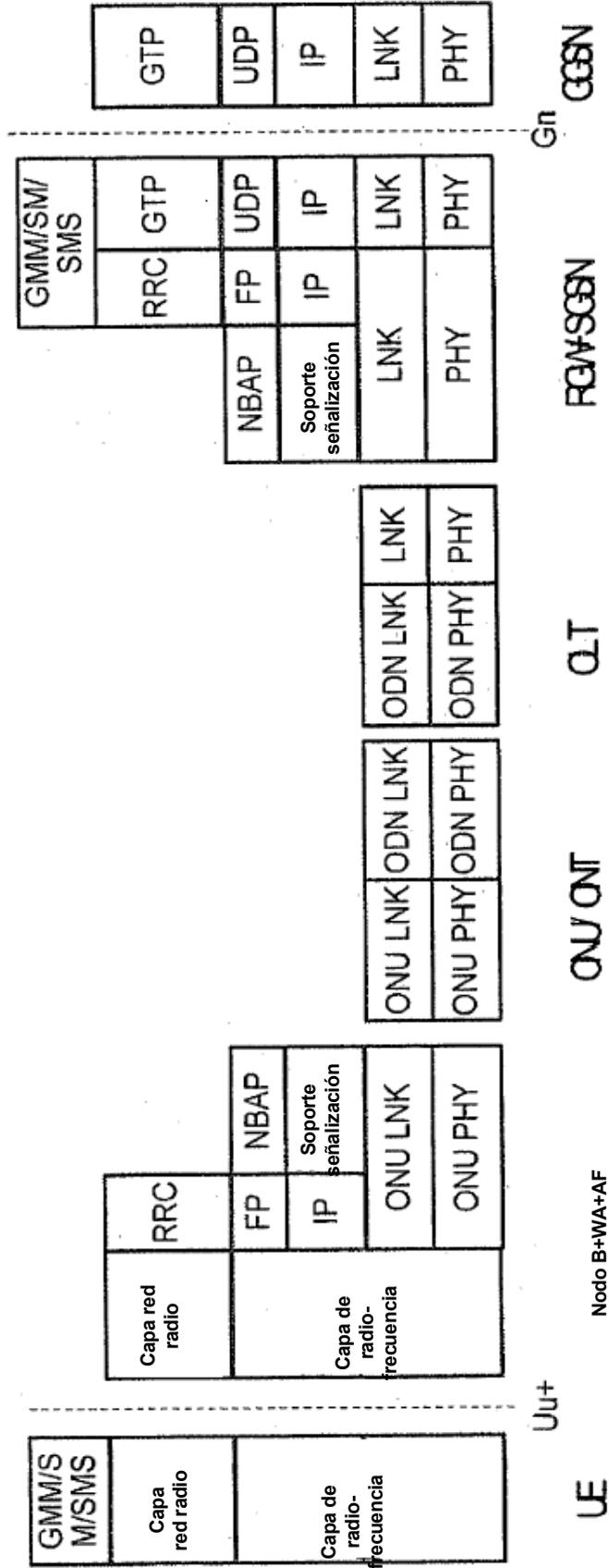


Fig. 26

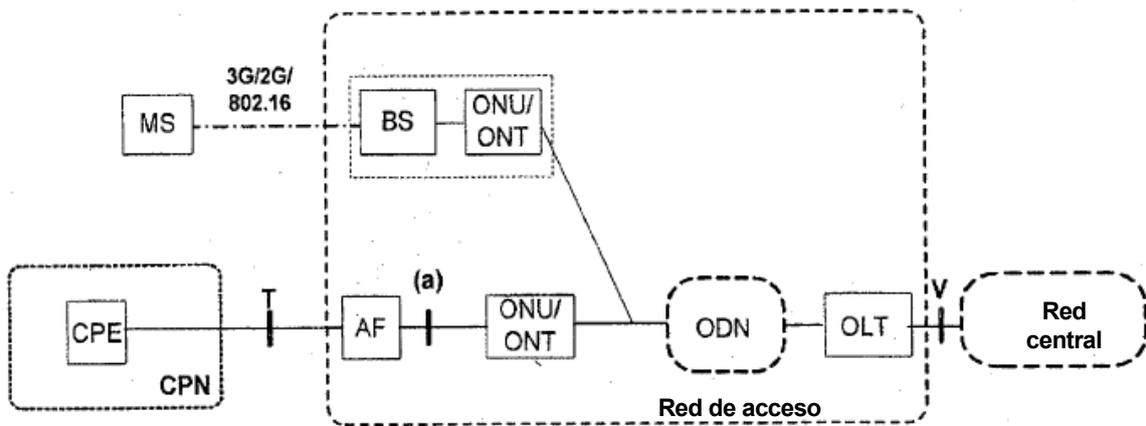


Fig. 27

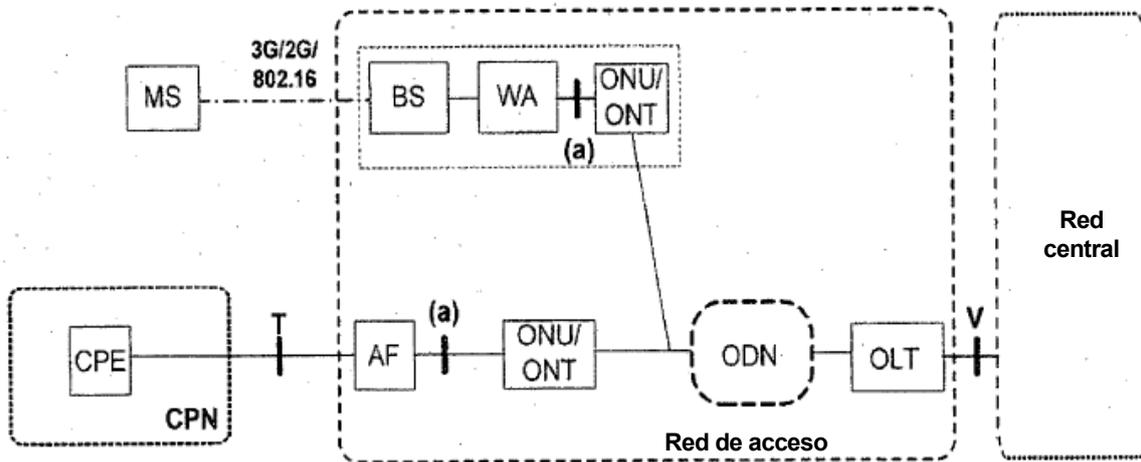


Fig. 28

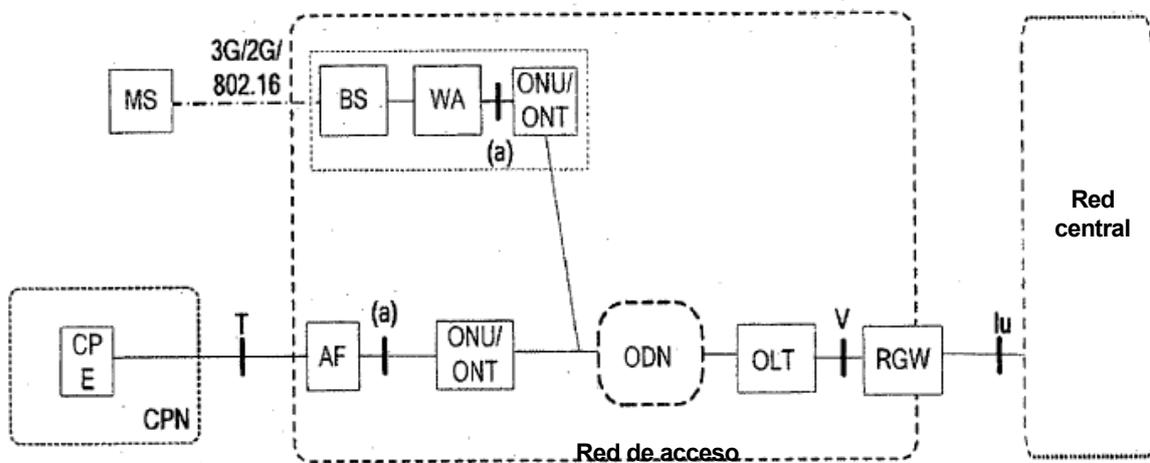


Fig. 29

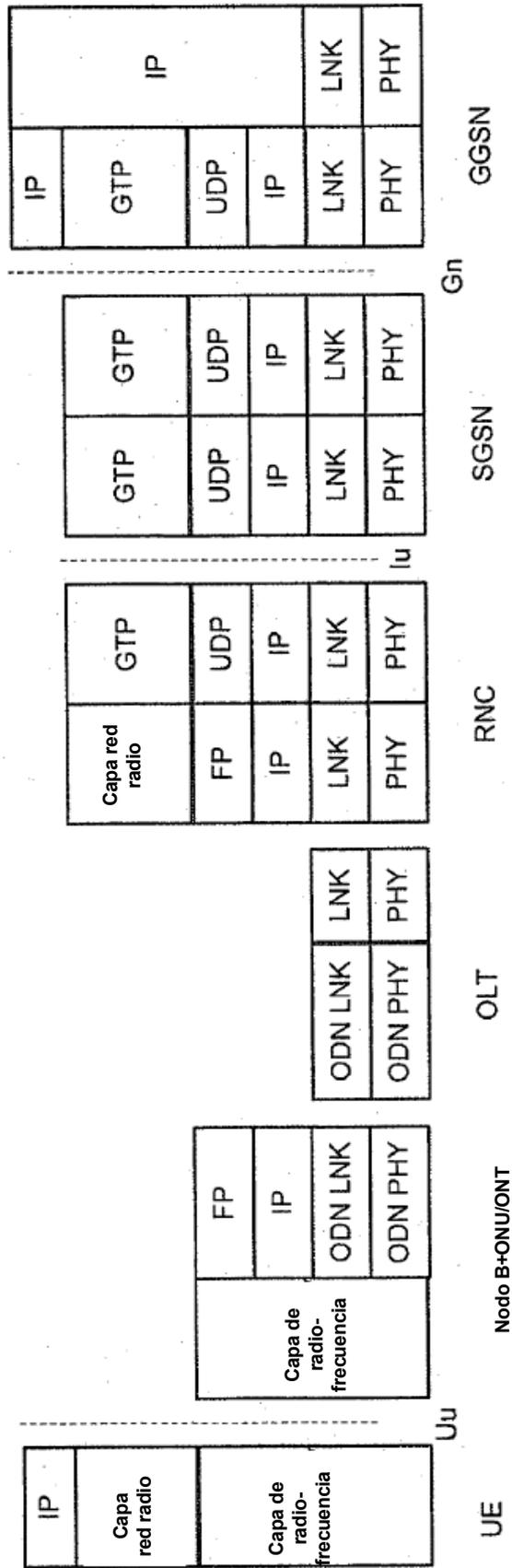


Fig. 30

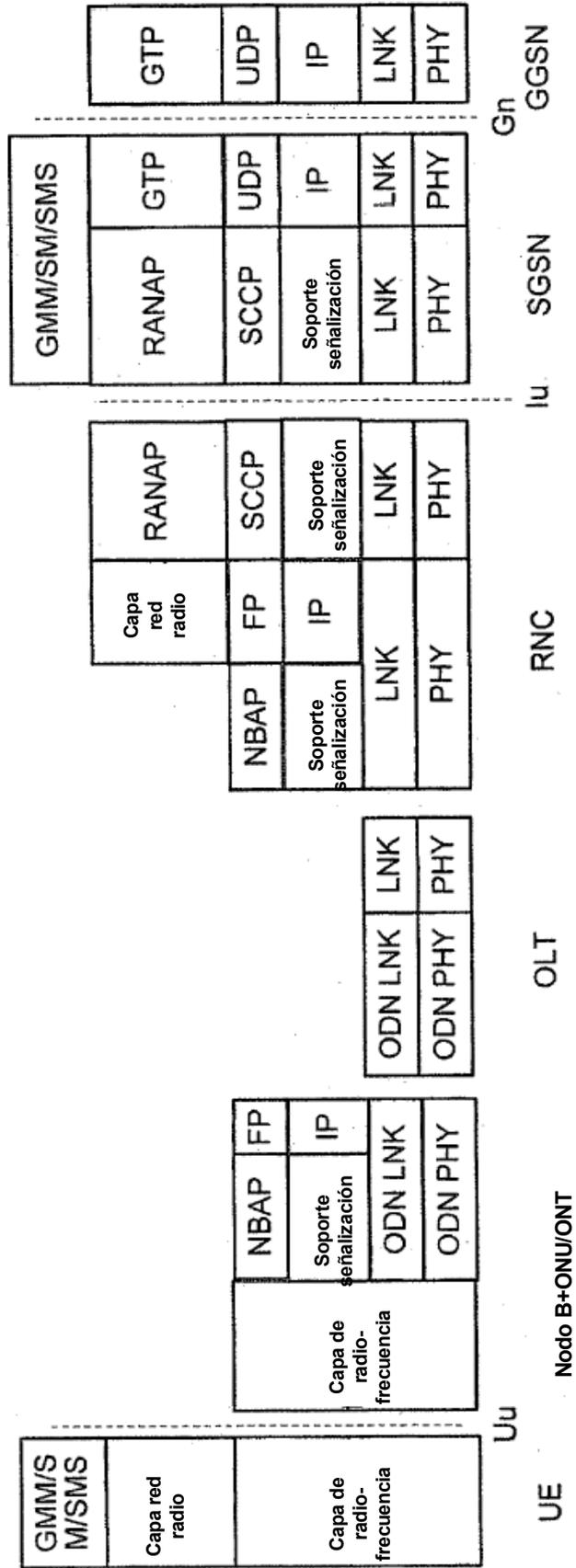


Fig. 31

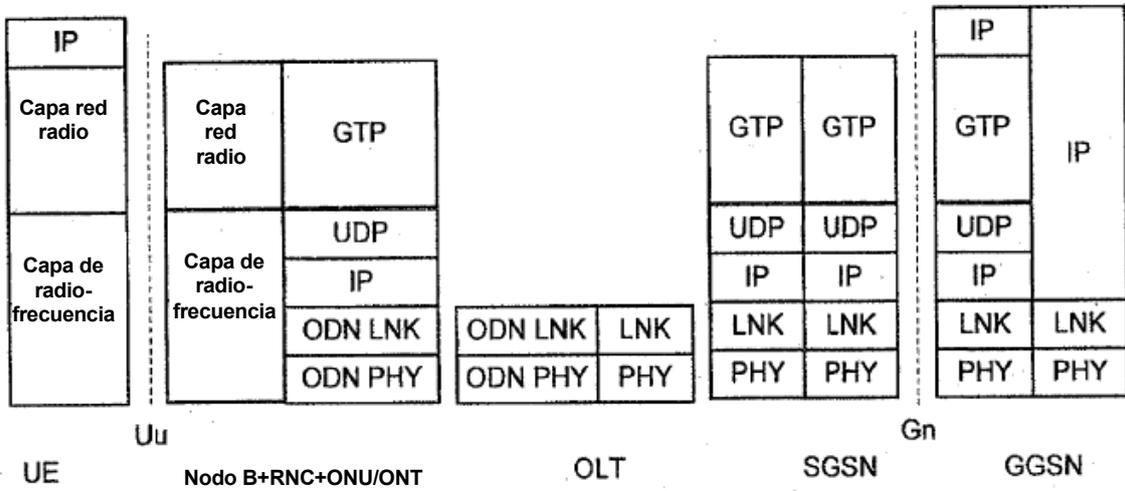


Fig. 32

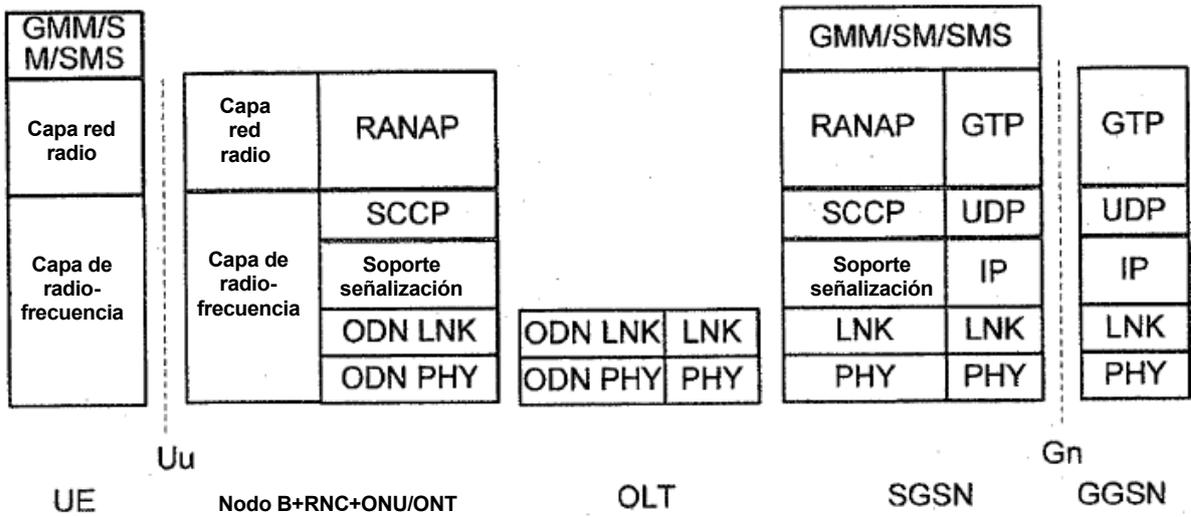


Fig. 33

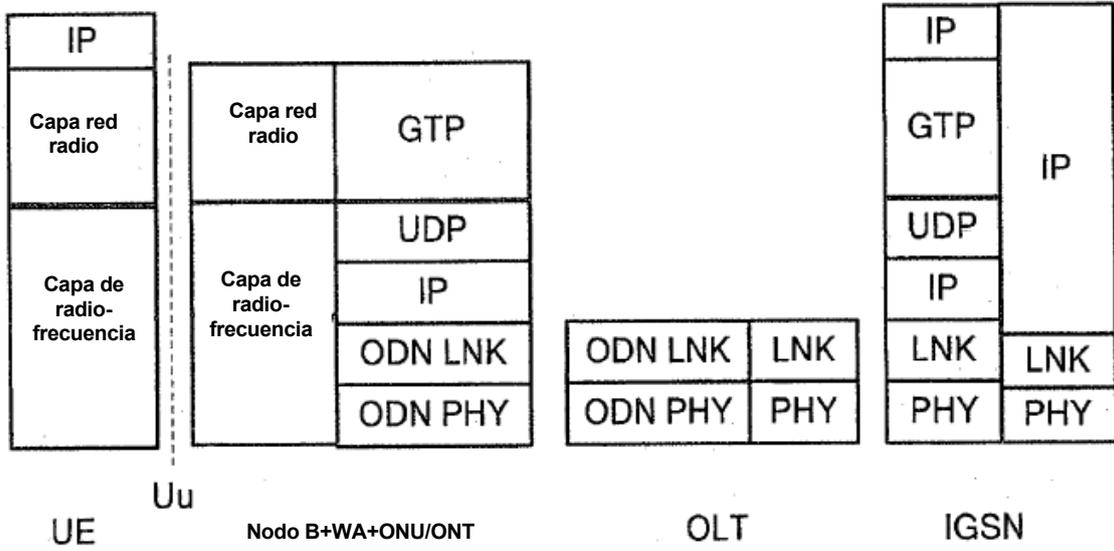


Fig. 34

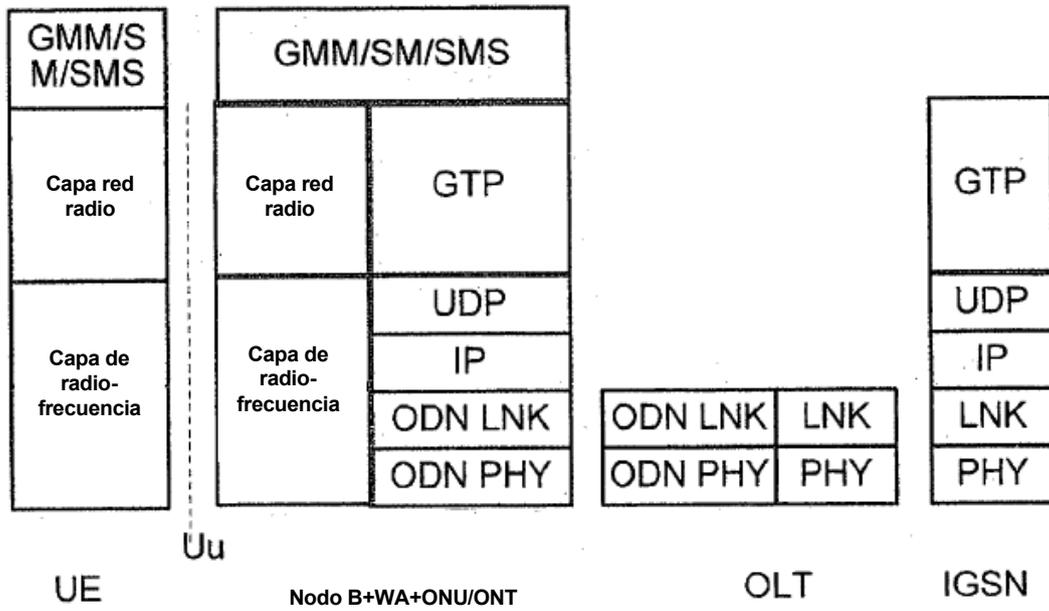


Fig. 35

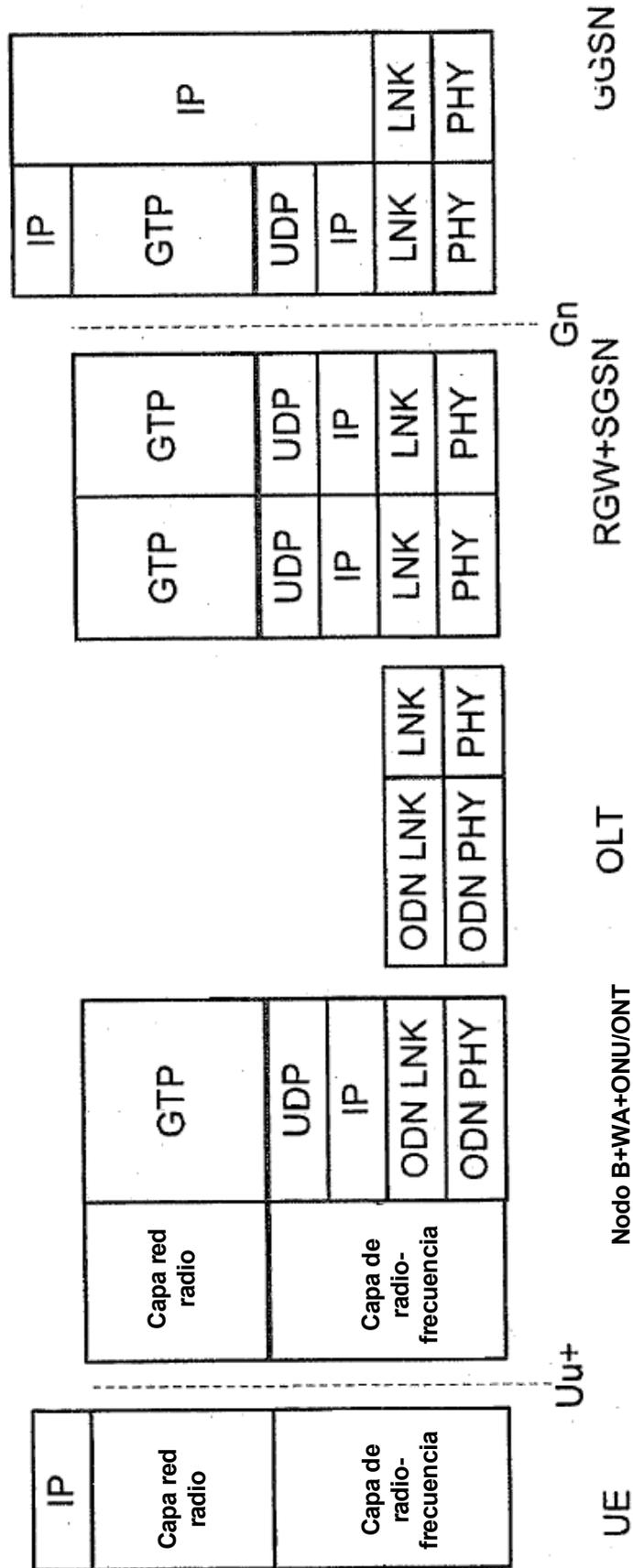


Fig. 36

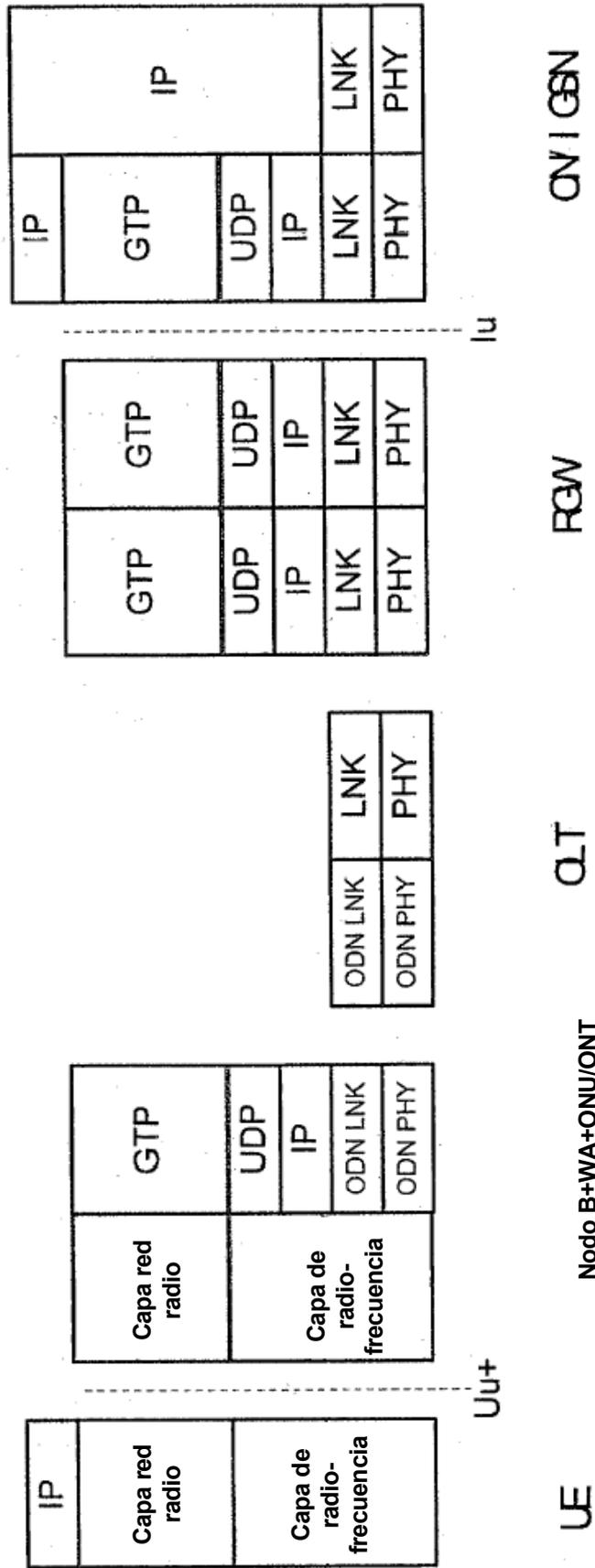


Fig. 37

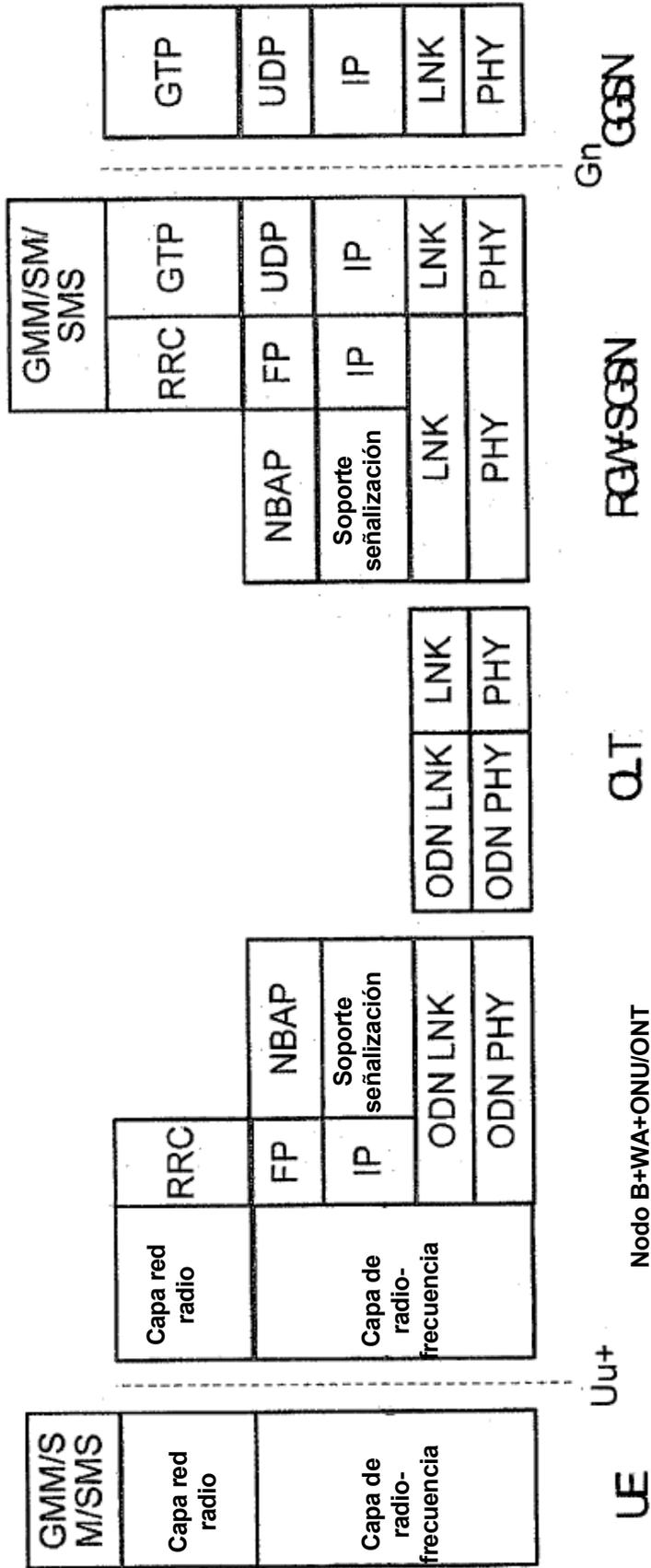


Fig. 38

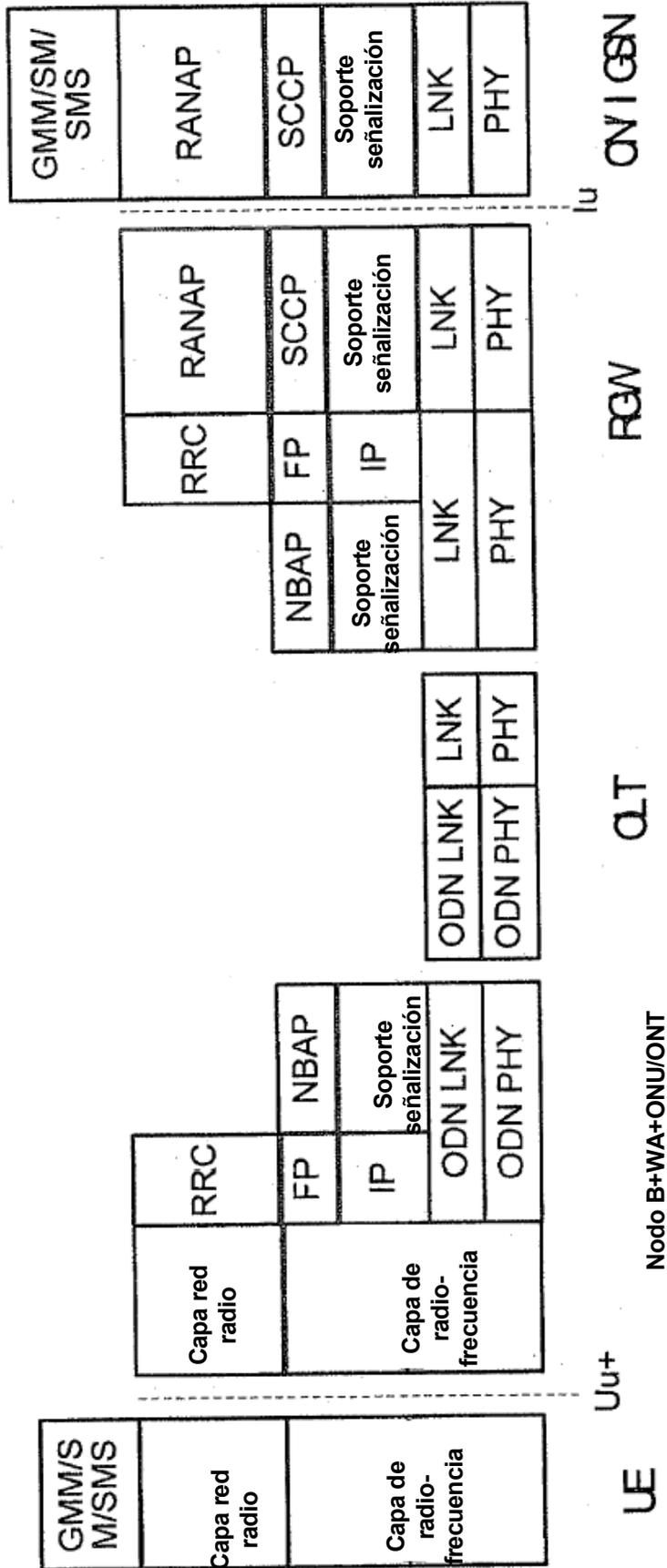


Fig. 39

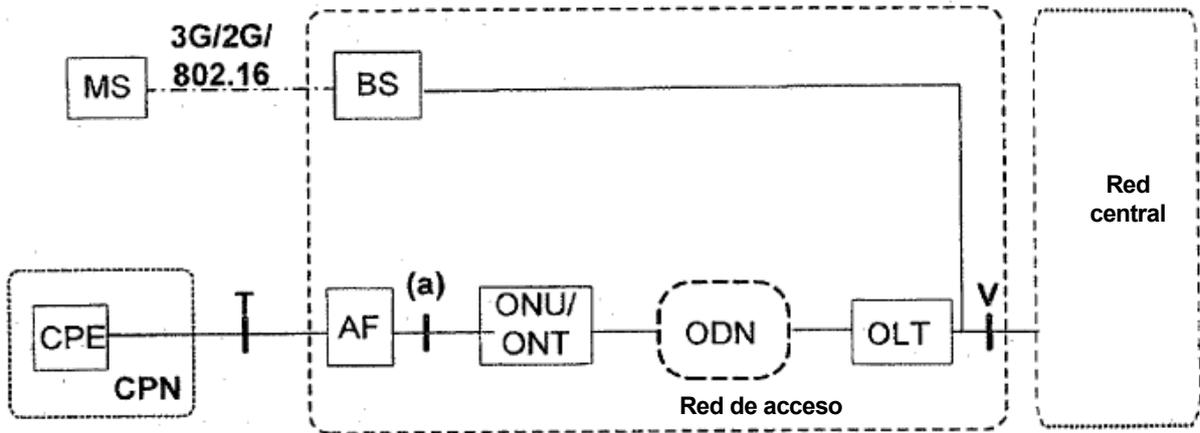


Fig. 40

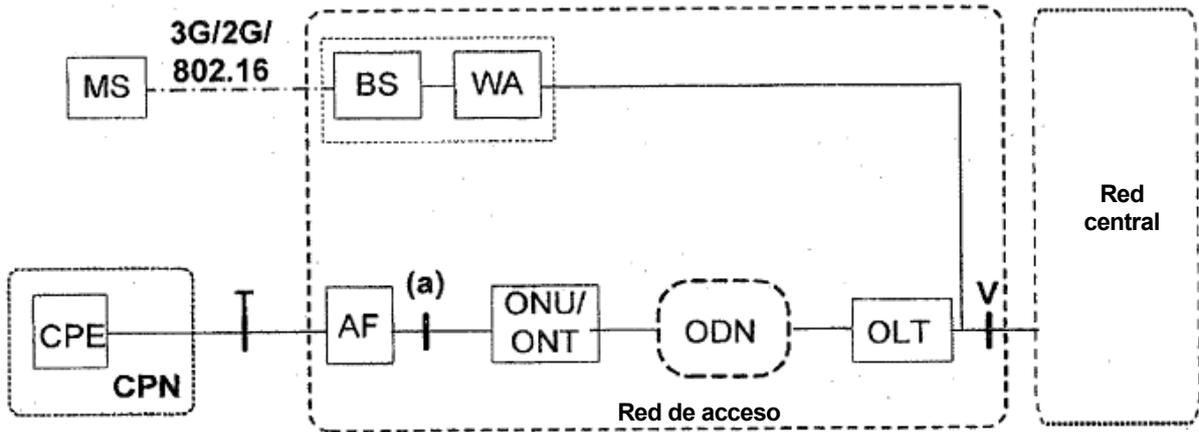


Fig. 41

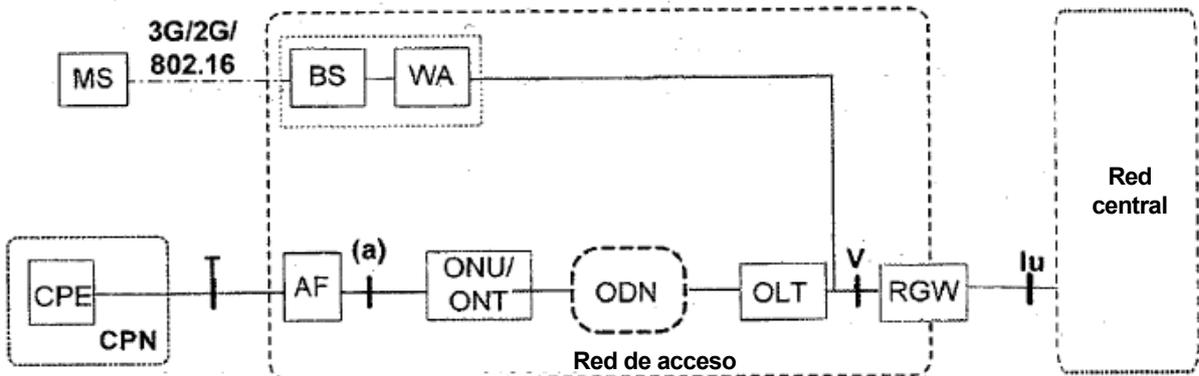


Fig. 42

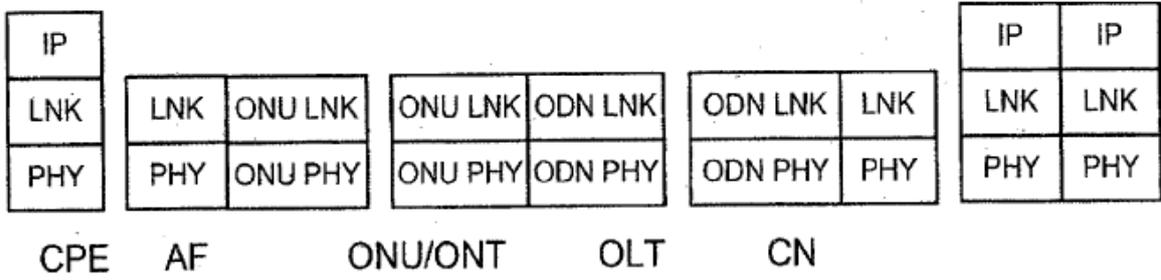


Fig. 43

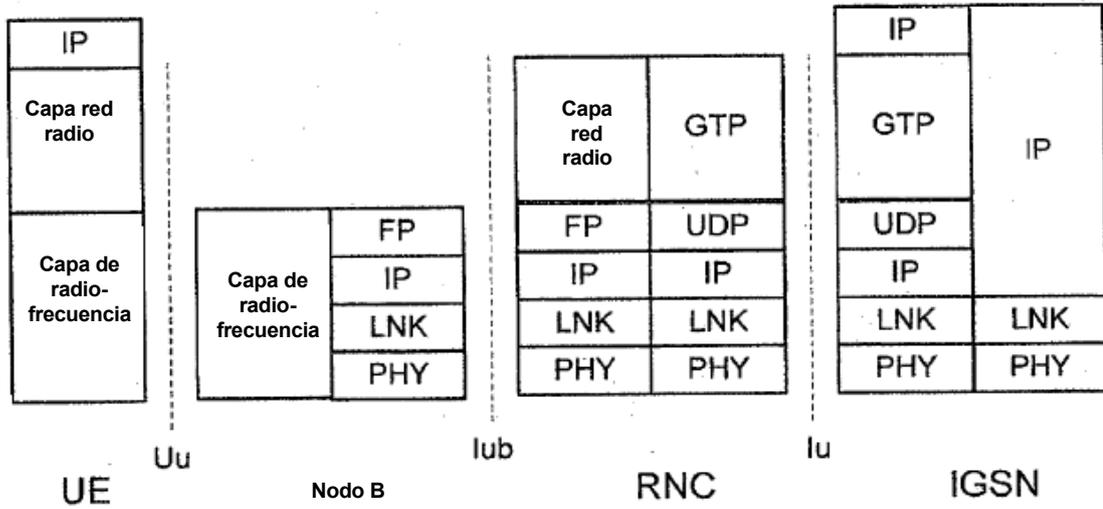


Fig. 44

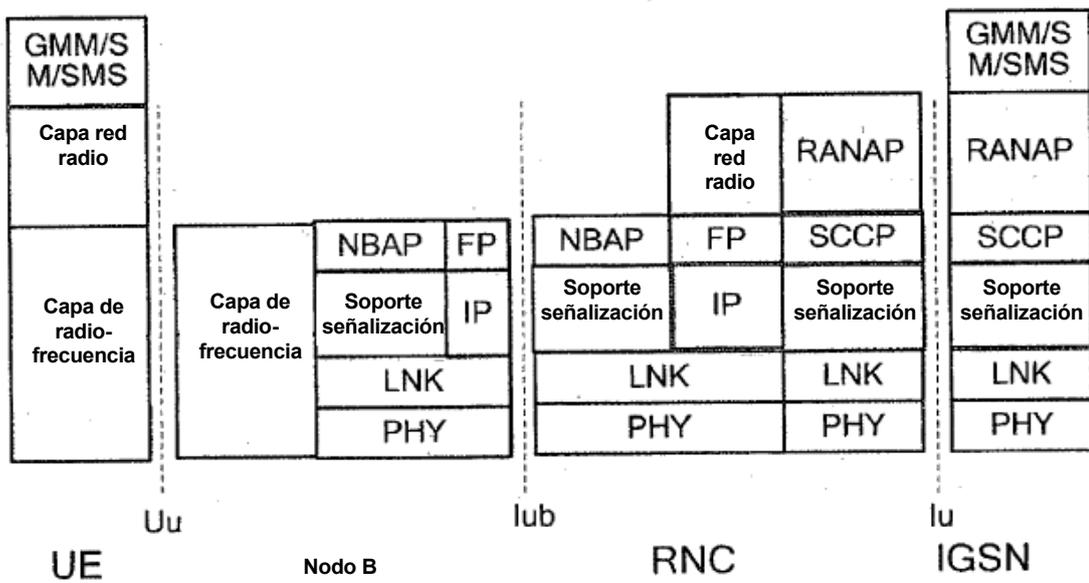


Fig. 45

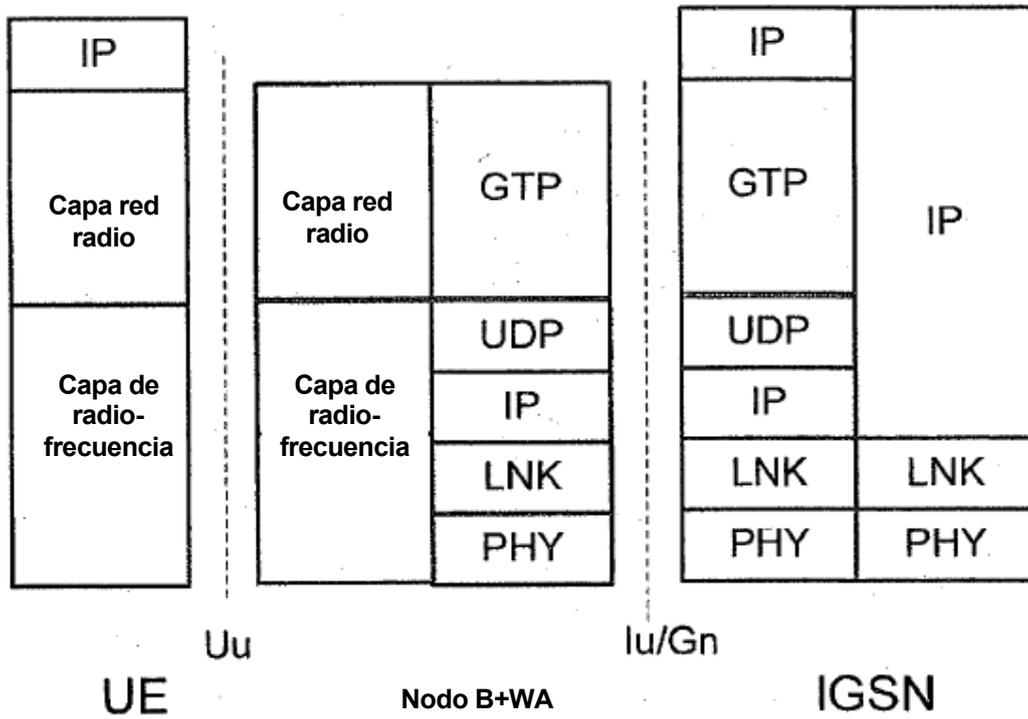


Fig. 46

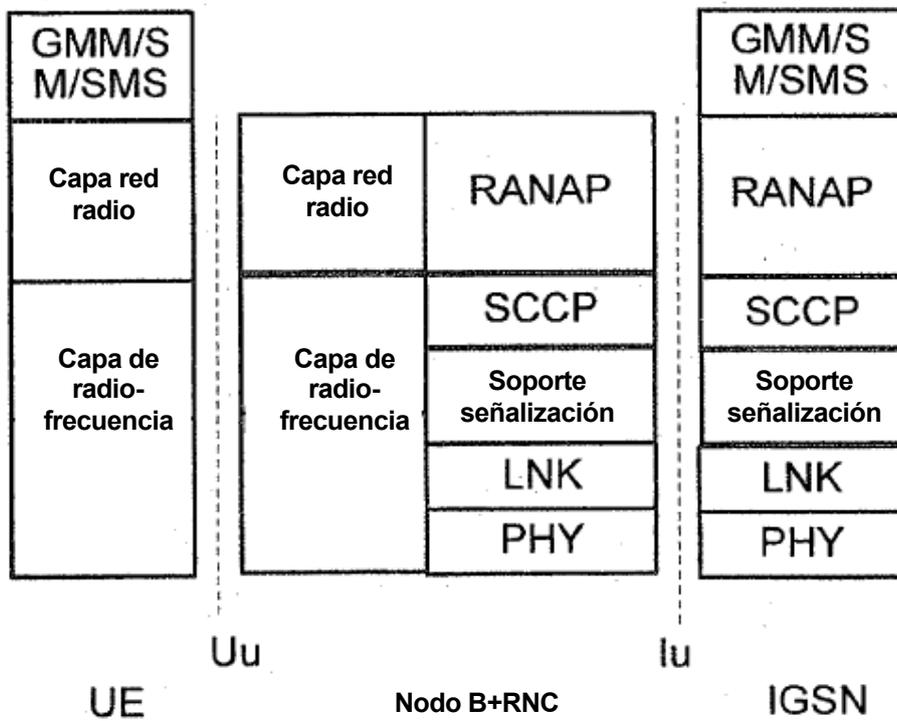


Fig. 47

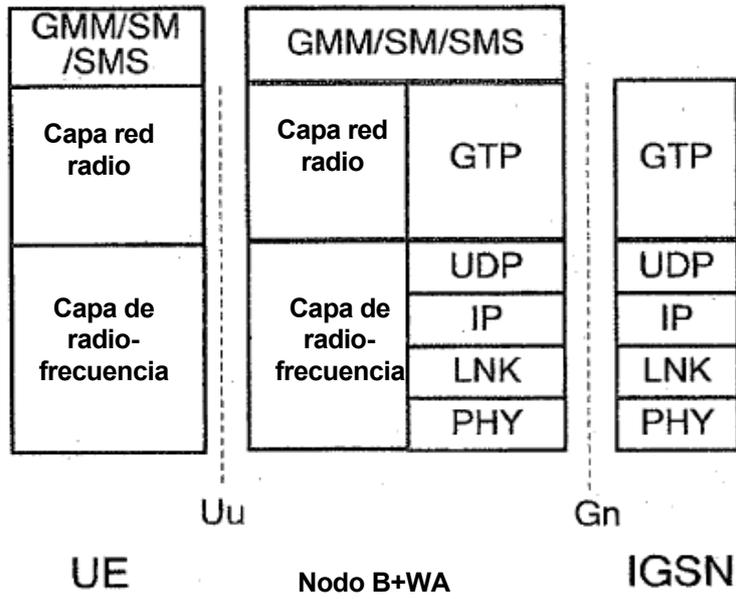


Fig. 48

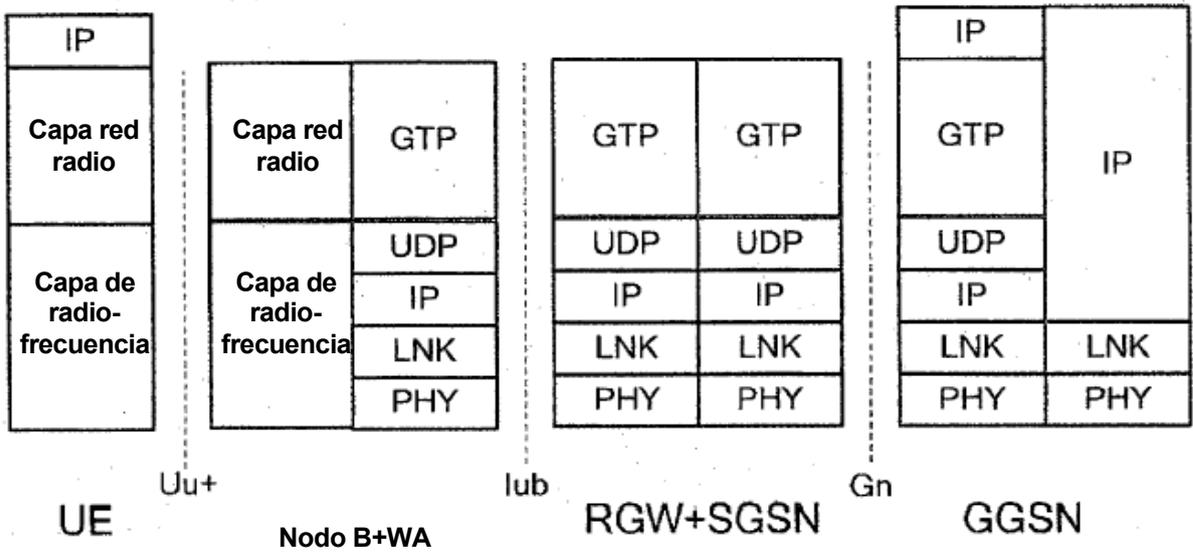


Fig. 49

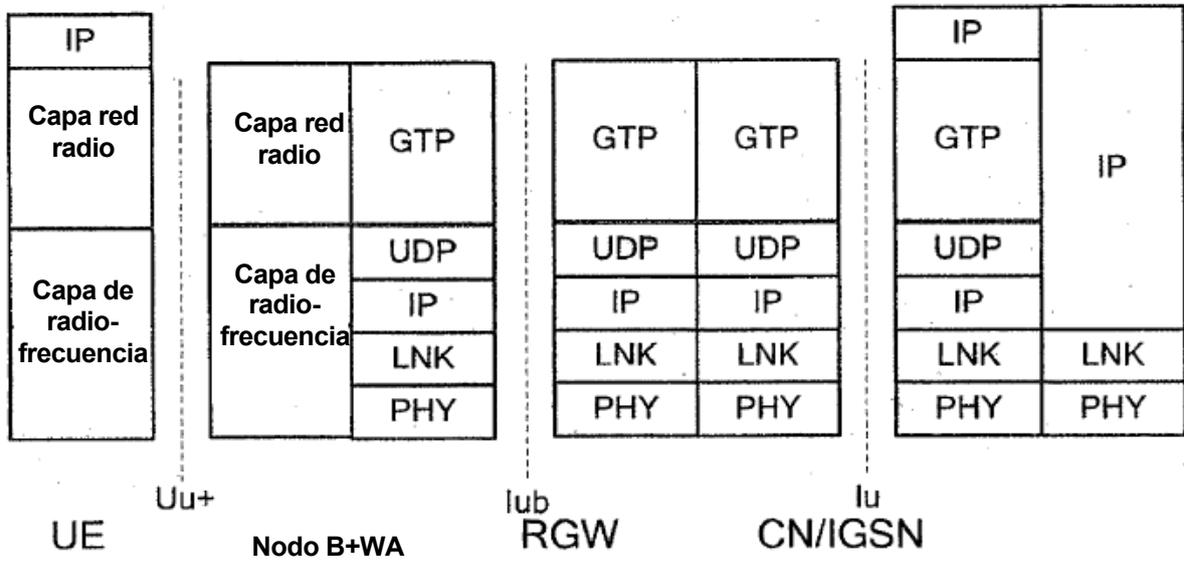


Fig. 50

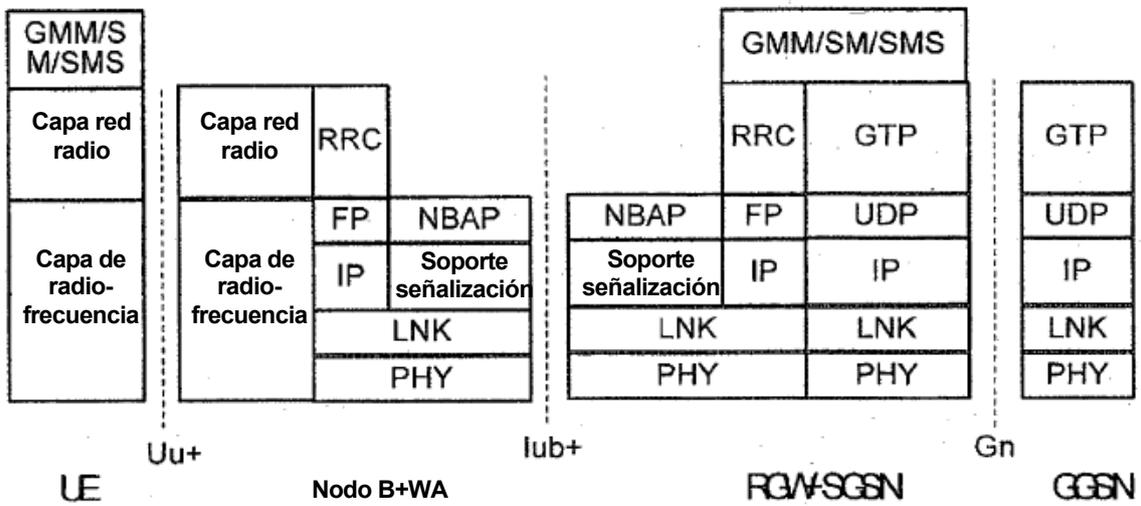


Fig. 51

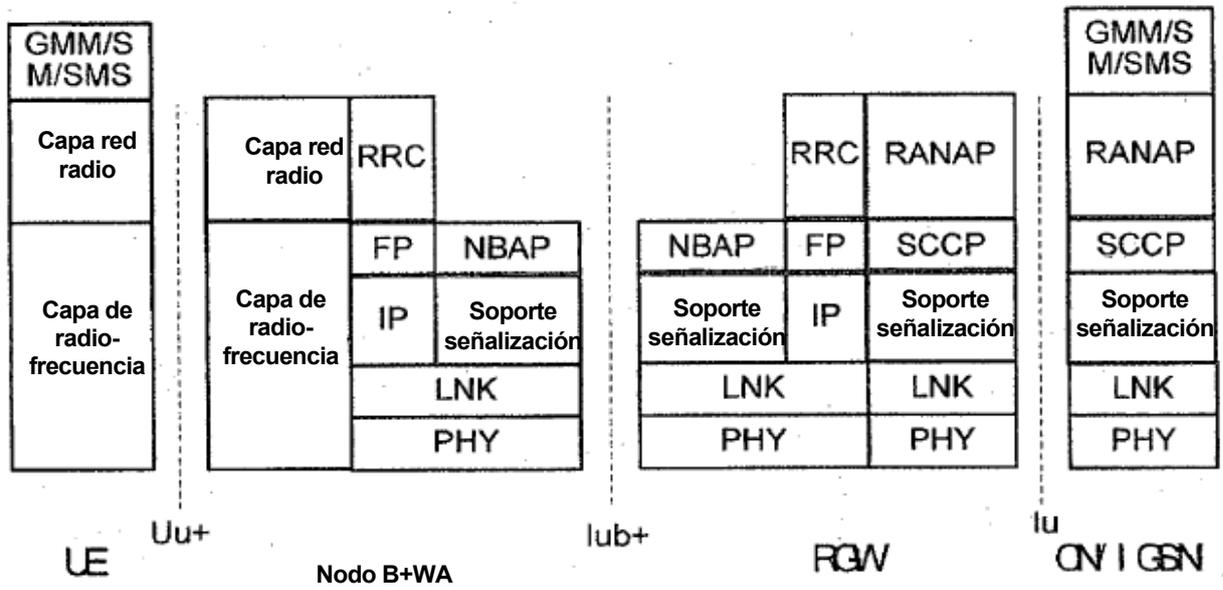


Fig. 52