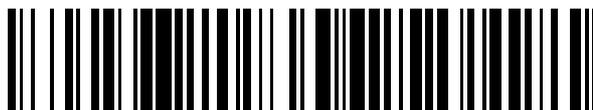


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 794**

51 Int. Cl.:

H04W 76/02 (2009.01)

H04W 84/04 (2009.01)

H04W 92/20 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2013** **E 13715971 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016** **EP 2837127**

54 Título: **Un método y sistema para comunicación en redes LTE**

30 Prioridad:

12.04.2012 ES 201230552

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

15.04.2016

73 Titular/es:

**TELFÓNICA S.A. (100.0%)
C/ Gran Vía 28
28013 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**MINO DÍAZ, EMILIO;
CUCALA GARCÍA, LUIS y
MIGUEL CAMPOY, LUIS**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 566 794 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).

Un método y sistema para comunicación en redes LTE

DESCRIPCIÓN

5 Campo de la técnica

La presente invención se refiere, en general, a comunicaciones inalámbricas y más particularmente a un método y a un sistema para la transmisión de datos en sistemas celulares según las especificaciones LTE de 3GPP.

10 Estado de la técnica anterior

LTE de 3GPP y LTE avanzado son sistemas celulares nuevos, diseñados para hacer frente a los crecientes requisitos de transmisión de datos en sistemas celulares motivados por el aumento del uso de dispositivos de datos móviles como, teléfonos inteligentes, tabletas y ordenadores con conexiones celulares.

15 La figura 1 presenta la arquitectura general de la red de acceso de radio de evolución a largo plazo (LTE). Esta arquitectura está compuesta por estaciones base celulares eNB (nodo B evolucionado), que a través de la interfaz Uu proporcionan las terminaciones de protocolo del plano de control y del plano de usuario hacia los UE (equipos de usuario). Los eNB se interconectan entre sí por medio de la interfaz X2. Los eNB también se conectan por medio de la interfaz S1 al EPC (núcleo de paquete evolucionado), más específicamente a la MME (entidad de gestión de 20 movilidad) por medio de la interfaz S1-MME y a la pasarela de servicio (S-GW) por medio de la interfaz S1-U.

Los femtonodos LTE, o nodo B evolucionado doméstico (HeNB), en terminología de 3GPP [1], son estaciones base celulares de baja potencia y corto alcance que proporcionan cobertura móvil de banda ancha, normalmente en 25 escenarios interiores. Las femtocélulas permiten una distancia reducida entre el transmisor y receptor de radio con una atenuación de señal de radio reducida, que se traduce en la obtención de un alto nivel de eficiencia espectral de radio.

30 La figura 2 muestra la arquitectura de la release 10 de LTE y las interfaces entre eNB, HeNB y MME/S-GW. La pasarela eNB doméstica (HeNB GW) puede usarse opcionalmente para conectar un gran número de HeNB con el EPC. La HeNB GW sirve como un concentrador, terminando el plano de control (S1-MME) y el plano de usuario (S1-S-GW) de los HeNB. El HeNB también puede conectarse directamente a la MME.

35 La HeNB GW la considera la MME un eNB. La HeNB GW la considera el HeNB una MME.

En releases previas a la release 10 de LTE de 3GPP no hay conexiones X2 entre HeNB (es decir releases 8, 9).

40 Debe destacarse que en la actualidad (release 10 de LTE) no hay una conexión X2 entre HeNB y eNB (figura 2) sólo entre HeNB y entre HeNB del mismo grupo, y por tanto no es posible la coordinación de ambos tipos de nodos para establecer mecanismos de cooperación como: traspaso X2, ahorro de energía (activación/desactivación de célula), actualizaciones de configuración y CoMP de coordinación de interferencia entre células (ICIC) y otras 45 funcionalidades futuras. La interfaz X2 está compuesta por un plano de control o X2-AP [4] y un plano de usuario X2-U [8].

45 A partir de la release 10 de LTE se han definido dos elementos de red nuevos, el nodo de retransmisión (RN) y un eNB de servicio de retransmisión, denominado eNB donante (DeNB). La figura 3 muestra que el RN incorpora las interfaces inalámbricas X2 y S1 para la conexión entre un nodo de retransmisión (RN) y una estación base de servicio de retransmisión (DeNB), a través de una versión modificada de la interfaz de radio Uu entre el eNB y el terminal (UE). Esta versión modificada de la interfaz Uu se denomina interfaz Un [5].

50 El RN soporta la funcionalidad de eNB, lo que significa que termina los protocolos de radio de la interfaz de radio LTE, y las interfaces X2 y S1. Además de la funcionalidad de eNB, el RN también soporta un subconjunto de la funcionalidad de UE, por ejemplo la capa física, la capa 2, RRC, y la funcionalidad de NAS, para conectarse de 55 manera inalámbrica al DeNB.

La interfaz S11 es una interfaz específica de RN entre el DeNB y el RN que soporta la configuración y el funcionamiento de RN, no aplicables a esta invención.

60 Como en otros sistemas inalámbricos, en LTE y LTE avanzado (LTE-A) las tasas de transmisión de datos que pueden alcanzarse dependen en gran medida de las posiciones de los usuarios en la red. Se observa una diferencia considerable en el rendimiento entre el borde y el centro de la célula debido a interferencia entre células, constituyendo el factor de limitación principal del rendimiento del sistema.

En reacción a esta limitación en LTE-A, en la release 11 de 3GPP, se ha propuesto una innovación técnica

denominada transmisión multipunto coordinada o CoMP [2] [3] entre estaciones base y los terminales (UE), que consiste en la transmisión coordinada o conjunta a los terminales, para mejorar la cobertura, rendimiento global de borde de célula, y/o la eficacia del sistema.

5 3GPP inició la definición de CoMP en la recomendación técnica TR 36.814 [3] para LTE-A release 11, definiendo algunos conceptos y terminología de CoMP. La transmisión y recepción multipunto cooperativa es un marco que se refiere a un sistema en el que cooperan varios nodos inalámbricos distribuidos geográficamente con el objetivo de mejorar el rendimiento en el área de cooperación común, centrándose especialmente en usuarios con SINR baja.

10 El objetivo principal de CoMP es transmitir desde múltiples emplazamientos de célula, de una manera coordinada, a terminales en la región de borde de célula, para mejorar su rendimiento en esta región crítica, equilibrando el rendimiento entre el centro de la célula y el borde de la misma [7]. Para el enlace descendente, esta coordinación puede ser tan simple como las técnicas que se basan en la transmisión desde una única célula evitando la interferencia en las células vecinas o más compleja como en el caso en el que los mismos datos se transmiten desde múltiples emplazamientos de célula. Para el enlace ascendente, como la señal puede recibirse desde múltiples emplazamientos de célula, el sistema aprovecha esta recepción múltiple para mejorar significativamente el rendimiento de enlace.

15 La recomendación TR 36.814 incluye la definición de diferentes conjuntos CoMP que también se usan en este documento:

- Conjunto de cooperación CoMP. Corresponde al conjunto de puntos (geográficamente separados) (por ejemplo eNB, cabeceras de radio remotas) que participan directa o indirectamente en la transmisión de datos de usuario (canal PDSCH) a uno o varios UE.
- 25 • Punto o puntos de transmisión CoMP: punto o conjunto de puntos que transmiten de manera activa PDSCH a uno o varios UE.
- Conjunto de medición CoMP: conjunto de células que informan del estado de canal o información estadística relacionada con su enlace a un UE determinado.

30 En la figura 4 se presenta un ejemplo de un conjunto de cooperación CoMP compuesto por eNB. En este ejemplo, un eNB central (maestro) con tres células coordina una agrupación de 21 células compuesta por 8 eNB esclavos, que dan servicio a los terminales móviles dentro de la agrupación. La agrupación CoMP puede crearse estadísticamente por el subsistema O&M por una entidad de red, basándose en mediciones de UE.

35 Son posibles diferentes topologías de CoMP, por ejemplo a UE₂, se le puede dar servicio mediante dos 2 células del mismo eNB, en este caso, eNB₅. Esto se denomina CoMP en sitio. A UE₁ le darían servicio 3 células individuales pertenecientes a eNB₁, eNB₂ y eNB₇.

40 En la figura 4 un planificador central, que podría ubicarse en la célula maestra, procesa la información de canal y la calidad de canal (CSI y CQI) de todos los terminales pertenecientes al conjunto de cooperación. Después de procesar la información la célula maestra gestionará los recursos de radio del conjunto cooperativo. Como se mostró en la figura 1 la comunicación entre eNB se basa en la interfaz X2 por cable normalizada de LTE de 3GPP que corresponde a la línea discontinua que une todos los eNB.

45 3GPP está estudiando los beneficios de CoMP, básicamente a través de simulaciones de capa física considerando un retardo nulo en la red troncal; los resultados se han presentado en la recomendación 3GPP TR 36.819 [2] con el objetivo de definir las características de capa física en consideración para hacer funcionar la coordinación multipunto y evaluar los beneficios de rendimiento de esas características y el soporte de especificación requerido tanto para el enlace descendente como para el enlace ascendente. En una segunda etapa se analizará la degradación del rendimiento de CoMP considerando diferentes retardos [11].

50 El CoMP necesita una coordinación rápida entre los nodos implicados en la transmisión y la recepción. Se analiza la degradación del aumento de rendimiento de CoMP en [9], considerando retardos de 1, 3, 5, 10, 15 y 20 ms y concluyendo que para aprovechar CoMP los retardos deberían ser del orden de 1 ms.

55 Los cambios necesarios en la capa física de LTE avanzado para soportar CoMP se han presentado en la recomendación 3GPP TR 36.814 [3].

60 Se consideran dos tipos de estructura de señales de referencia de enlace descendente para soportar multiplexación espacial y CoMP:

- Señales de referencia usadas para demodulación de canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). Sección 7.4.1 de 36.814 [3]
- Señales de referencia usadas para realimentación en estado de canal de enlace descendente: información de

calidad de canal (CQI), indicador de matriz de precodificación (PMI) e indicador de clasificación (RI) [3]. En el enlace ascendente la información de realimentación de estado de canal está siendo definida (sección 8.2 de 36.814 [3]).

- 5 En la actualidad todavía no se ha definido la funcionalidad y señalización precisas para transportar la información de realimentación de estado de canal y la señal usada para demodulación de PDSCH, usando la interfaz X2.

CoMP [3] englobará varios esquemas de coordinación posibles entre los nodos inalámbricos implicados:

- 10 • Modulación de haz/planificación coordinada (CB/CS): los datos de usuario se transmiten sólo desde una única célula, como en el caso de transmisión no CoMP, pero considerando la célula de interferencia. La planificación, que incluye cualquier funcionalidad de modulación de haz, se coordina dinámicamente entre las células para reducir la interferencia entre diferentes transmisiones.
- 15 • Técnicas de procesamiento conjunto (JP): múltiples células transmiten de manera conjunta y coordinada como un único transmisor con antenas separadas geográficamente hacia uno o varios UE. Este esquema tiene potencial para un rendimiento mayor, comparado con la coordinación sólo en la planificación, pero a expensas de más requisitos en la red troncal de eNB. Se consideran dos enfoques:
- 20 • Transmisión conjunta (JP/JT): Los datos para un único UE se transmiten simultáneamente desde múltiples puntos de transmisión, (de manera coherente o no coherente) para mejorar la calidad de señal recibida y/o cancelar activamente la interferencia. Esta técnica requiere una perfecta sincronización entre los transmisores implicados.
- Selección de célula dinámica (JP/DCS), en la que los datos se transmiten desde un único punto de transmisión, seleccionado dinámicamente en cada subtrama.

- 25 Las técnicas más apropiadas para femtocélulas son aquéllas con menos requisitos con respecto a procesamiento y sincronización de señal, debido a las capacidades de procesamiento limitadas de las femtocélulas.

Una invención relacionada con las interfaces X2 inalámbricas es el documento US 2011/0136494 “Over the air intercell interference coordination methods in cellular systems” que presenta un método de coordinación entre células para coordinar la interferencia entre células difundiendo información de coordinación de interferencia usando una interfaz X2 inalámbrica entre los HeNB y eNB, basándose en el uso de terminales de usuario en el límite de célula, que actúan como retransmisiones, para transmitir información de interferencia entre HeNB y eNB. Esta solución presenta el problema de que puede suponer un gran impacto en la estación base LTE y los femtonodos y especialmente en los terminales, aumentando la complejidad de los terminales y el consumo de batería.

35 Problemas con las soluciones existentes:

Uno de los avances en la versión 10 de LTE [1], con respecto a release 9 ha sido la inclusión de la interfaz X2 entre HeNB para habilitar un traspaso sin pérdida basado en X2 entre HeNB si no se requiere control de acceso en la MME, es decir cuando el traspaso está entre HeNB de acceso cerrado/híbrido que tienen el mismo CSG ID o cuando el HeNB objetivo es un HeNB de acceso abierto.

Aunque en algunos documentos [12, 13, 14] se ha desvelado la posibilidad de conectar los eNB con los HeNB para comunicar entre sí por medio de una conexión X2 directa, no se ha previsto aún el uso de una interfaz inalámbrica X2 directa entre los eNB y los HeNB para realizar dicha conexión. Adicionalmente, tampoco se ha previsto el uso de una banda de frecuencia entre dichas estaciones base celulares, para su comunicación, diferente a la usada para comunicar con un terminal de usuario.

Esta interfaz X2 [6] podría habilitar funcionalidades eNB–HeNB presentes y futuras, como CoMP, traspaso X2 y coordinación de interferencia. Las normas 3GPP no incluyen todavía CoMP para femtocélulas (HeNB).

Influencia de retardo de red de retroceso en rendimiento de CoMP

Uno de los requisitos de CoMP es tener un retardo bajo entre los elementos del conjunto de coordinación. El retardo tiene dos componentes; el tiempo requerido para transferir un mensaje entre dos nodos a través de la interfaz X2, que puede verse afectado por congestión de señalización, y el tiempo necesario para procesar los mensajes X2 en los eNB/HeNB. El retardo de X2 tiene impacto sobre la recepción de información de calidad de canal a tiempo, afectando a la selección de modulación y codificación correcta.

60 En muchas circunstancias (por ejemplo, carga elevada o congestión) las interfaces X2 por cable pueden experimentar retardos del orden de varios milisegundos, que pueden degradar significativamente las ganancias de rendimiento de CoMP, tal como se presenta en [9] [10]. Como ejemplo, en [9] se muestra que con un retardo de 5 ms las pérdidas de rendimiento global son de aproximadamente un 20 %. 3GPP ha empezado a analizar las ganancias de CoMP sin retardo, y en etapas adicionales estudiará el impacto del retardo de red de retroceso en el

rendimiento [11].

Sumario de la invención

5 Es necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas encontradas en la misma, particularmente las relacionadas con la falta de propuestas que permitan la inclusión de funcionalidades eNB-HeNB en redes LTE.

10 Para ese fin, la presente invención proporciona, en un primer aspecto, un método para comunicación en redes LTE, que comprende al menos un terminal de usuario (UE) que se comunica a través de una conexión inalámbrica con una estación base macrocelular, abreviada como eNB, y con al menos una estación base femtocelular, abreviada como HeNB, a través de un sistema celular. A diferencia de las propuestas conocidas, el método del primer aspecto de la presente invención comprende proporcionar una interfaz X2 inalámbrica entre dichas estaciones eNB y HeNB en dicha red LTE para proporcionar servicios de comunicación a dicho al menos un terminal de usuario.

15 En una realización preferida, se proporciona dicha interfaz X2 inalámbrica entre dicho eNB y dicho al menos HeNB para establecer coordinación entre dichas estaciones eNB y HeNB.

20 El método también comprende establecer comunicación entre dichas estaciones eNB y HeNB a través de dicha interfaz X2 inalámbrica, usando una banda de frecuencia que es diferente de la usada para comunicarse con dicho al menos un terminal de usuario.

Otras realizaciones del método del primer aspecto de la invención se describen según las reivindicaciones 2 a 9 adjuntas, y en una sección posterior relacionada con la descripción detallada de varias realizaciones.

25 Un segundo aspecto de la presente invención proporciona un sistema para comunicación en redes LTE, que comprende:

- 30 - al menos un terminal de usuario para comunicarse a través de una conexión inalámbrica con una estación base macrocelular (eNB) y con al menos una estación base femtocelular (HeNB) a través de un sistema celular;
- dicha al menos una estación base macrocelular (eNB); y
- dicha al menos una estación base femtocelular (HeNB), cada uno de dichos eNB y HeNB comprende medios de comunicación X2 inalámbrica configurados para establecer una interfaz X2 inalámbrica para proporcionar servicios de comunicación a dicho al menos un terminal de usuario.

35 Otras realizaciones del sistema del segundo aspecto de la invención se describen según las reivindicaciones 11 a 16 adjuntas, y en una sección posterior relacionada con la descripción detallada de varias realizaciones.

40 La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas 1-16. Las realizaciones que no caen bajo el alcance de las reivindicaciones se han de interpretar como ejemplos útiles para entender la invención.

Breve descripción de los dibujos

45 Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a lo que se adjunta, que debe considerarse de manera ilustrativa y no limitativa, donde:

- 50 La figura 1 muestra la arquitectura general de red de acceso de radio LTE.
- La figura 2 muestra la arquitectura LTE y las interfaces entre eNB, HeNB y MME/S-GW en release 10 3GPP.
- La figura 3 muestra la arquitectura LTE y las interfaces entre RN y DeNB en release 10 3GPP.
- 55 La figura 4 muestra un ejemplo de diferentes conjuntos cooperativos de CoMP compuestos por 9 eNB y 27 sectores.
- La figura 5 presenta la arquitectura general de un sistema inalámbrico con dos sistemas de radio FDD usados en la presente invención.
- La figura 6 presenta un ejemplo de la arquitectura del X2 inalámbrico de macrocélula (CeNB)/femtocélula (CHeNB).
- 60 La figura 7 presenta las pilas de protocolo de plano de usuario X2 (X2-U) de los nodos que soportan el intercambio de información de plano de usuario X2.
- La figura 8 presenta las pilas de protocolo de plano de control X2 (X2-C) de los nodos que soportan el intercambio de información de control X2.
- La figura 9 presenta el procedimiento de transporte tunelizado de X2, según una realización de la presente invención.
- La figura 10 presenta un ejemplo de conjuntos de cooperación CoMP entre una entidad CoMP central, ubicada en un eNB y dos grupos de femtocélulas.

Descripción detallada de varias realizaciones

La presente invención presenta un método y un sistema para proporcionar una interfaz X2 inalámbrica entre femtocélulas LTE (HeNB en terminología de 3GPP) y estaciones base LTE (eNB) para proporcionar coordinación
 5 entre estos nodos, habilitando su función como: CoMP, coordinación de interferencia entre células (ICIC), traspaso X2, ahorro de energía y otras funcionalidades futuras que se definirán por 3GPP. En la actualidad no hay interfaz X2 entre eNB y HeNB.

Se usan dos bandas LTE en esta invención, una banda LTE alta (F_alta) y una banda LTE baja (F_baja). La banda
 10 LTE más alta se usa para comunicaciones celulares LTE normales entre femtonodos LTE y terminales LTE. La banda LTE más baja, con menos atenuación de radio y por tanto más alcance, se usa para establecer interfaces X2 inalámbricas entre un eNB y un grupo de HeNB para la coordinación de recursos de radio o para transportar a través de esta interfaz X2 señalización CoMP específica. Las dos bandas LTE (E-UTRA en la terminología de 3GPP) se incluyen en 3GPP 36.101 sección 5.5.

La interfaz extendida X2 inalámbrica se basa en el uso de una banda LTE de baja frecuencia (F_baja) para transmitir
 15 y recibir señalización X2 y CoMP usando un nuevo módulo denominado "X2_extended/CoMP". La banda de comunicación celular normal, a la que se unen los UE, es una frecuencia LTE más alta (F_alta). Para implementar CoMP el esquema de duplexación de enlace ascendente/enlace descendente preferido es FDD porque el uso de TDD podría suponer cierto aumento de retardo afectando al rendimiento de CoMP. Como opción preferida, en muchas partes de este documento se supone el uso de esquemas de duplexación FDD.

Desde el punto de vista de la arquitectura de protocolo se define un tipo nuevo de femtocélula (denominado CHeNB)
 25 compuesto por una femtocélula convencional, que funciona a FDD_alta, más un nodo de retransmisión, que funciona a FDD_baja incluyendo todas las capas de protocolo, estando unidos la femtocélula y el nodo de retransmisión (RN) a través del protocolo X2. También se define un nuevo tipo de estación base (denominado CeNB) compuesto por una estación base convencional (eNB), que funciona a FDD_alta, más una estación base con soporte de nodos de retransmisión (un DeNS en terminología de 3GPP) tal como se definen en [1].

La nueva interfaz X2 eNB a HeNB propuesta se tuneliza en una interfaz X2 preexistente entre un CeNB (que usa
 30 protocolos de configuración X2 DeNS) y un CHeNB (que usa protocolos de configuración X2 RN).

Arquitectura para X2 inalámbrica entre eNB y HeNB:

La arquitectura de esta invención se basa en el uso de un nuevo tipo de femtocélula LTE (denominado CHeNB)
 35 compuesto por una femtocélula convencional, que funciona a FDD_alta, más un nodo de retransmisión, que funciona a FDD_baja, estando unidos la femtocélula y el nodo de retransmisión (RN) a través del protocolo X2. También se define un nuevo tipo de estación base (denominado CeNB) compuesto por una estación base convencional (eNB), que funciona a FDD_alta, más una estación base con soporte de nodos de retransmisión (un DeNB en terminología de 3GPP).

La figura 5 presenta la arquitectura general de un sistema inalámbrico con dos sistemas de radio FDD, usándose
 45 uno de ellos para establecer una interfaz X2 extendida entre una célula maestra y diferentes femtocélulas que forman una agrupación de femtocélulas. Se añaden dos nuevos módulos a los eNB y HeNB convencionales; uno usado para establecer la interfaz X2 inalámbrica y un módulo opcional usado para CoMP. El módulo CoMP usa la interfaz X2 inalámbrica.

La idea es no cambiar el funcionamiento de los usuarios normales a los que da servicio un eNB, en FDD_alta,
 50 cuando la interfaz X2 inalámbrica está en funcionamiento.

Las macrocélulas y femtocélulas incluyen nuevos módulos, denominados X2_extended/CoMP en la figura 5, para
 55 establecer X2 y coordinar el uso de recursos de estos nodos para evitar interferencias entre los usuarios del eNodeB y los usuarios de la agrupación de femtonodos y permitir el uso de CoMP. La coordinación se realizará a través de la interfaz aérea FDD_baja, que proporcionan estos nuevos módulos, que permite el intercambio de mensajes de control y datos de usuario. En las siguientes secciones se incluye una descripción de estos módulos, destacando las partes principales y sus funcionalidades.

La figura 5 representa un ejemplo de CoMP. Se podría dar servicio a algunos usuarios en la agrupación CoMP
 60 mediante sólo una célula (por ejemplo, UE_1 y UE4), y otros usuarios pueden disfrutar de transmisión conjunta (por ejemplo, UE_2 y UE_3).

Las frecuencias más bajas de LTE se usarán para establecer una comunicación P2P, entre el eNB de controlador y
 la agrupación de HeNB.

Bandas de frecuencia:

5 Esta invención se basa en el uso de dos bandas de frecuencia denominadas en este documento FDD_baja y FDD_alta, siendo la aplicación más inmediata los sistemas celulares LTE y LTE avanzado de 3GPP, aunque puede aplicarse a otros sistemas celulares multibanda, con las adaptaciones necesarias (por ejemplo, WCDMA 3GPP). La FDD_baja se usa para transportar información de señalización X2 y señalización CoMP entre una macrocélula (eNB) y un grupo de femtocélulas (HeNB).

10 El uso de frecuencias más bajas para transportar señalización X2 está motivado por sus pérdidas de propagación más bajas con respecto a las frecuencias más altas (la banda de frecuencia más usada para LTE es 2,6 GHz). Como ejemplo, el modelo de canal ampliamente conocido COST 231-Hata aplicable entre 1,5 y 2 GHz y zonas urbanas, las pérdidas de trayectoria (dB) tienen un factor directamente proporcional a la frecuencia de radio de $33,9 \log(f)$.

15 El volumen de datos transportado a través de la banda de control X2/CoMP control es mucho menor que los datos transferidos a través de la banda de acceso LTE (FDD_alta), porque en ocasiones no se usará CoMP cuando no proporcione ganancias de rendimiento perceptibles (por ejemplo y UE esté cerca de un centro de célula de femtocélula).

20 La tabla 1 presenta las bandas de FDD de LTE, aunque esta invención también puede implementarse con bandas de TDD de LTE para transportar bandas de control X2. El esquema de duplexación de LTE preferido es FDD, porque proporciona menores retardos que TDD. Las bandas de FDD y TDD de LTE pueden encontrarse en la norma 3GPP 36.101 sección 5.5.

25 Tabla 1: Bandas de frecuencia de FDD de LTE

Banda de funcionamiento E-UTRA	Banda de funcionamiento de enlace ascendente (UL) BS recibe UE transmite		Banda de funcionamiento de enlace descendente (DL) BS transmite UE recibe		Modo de duplexación
	F _{UL_baja} – F _{UL_alta}		F _{DL_baja} – F _{DL_alta}		
1	1920 MHz	– 1980 MHz	2110 MHz	– 2170 MHz	FDD
2	1850 MHz	– 1910 MHz	1930 MHz	– 1990 MHz	FDD
3	1710 MHz	– 1785 MHz	1805 MHz	– 1880 MHz	FDD
4	1710 MHz	– 1755 MHz	2110 MHz	– 2155 MHz	FDD
5	824 MHz	– 849 MHz	869 MHz	– 894 MHz	FDD
6 ¹	830 MHz	– 840 MHz	875 MHz	– 885 MHz	FDD
7	2500 MHz	– 2570 MHz	2620 MHz	– 2690 MHz	FDD
8	880 MHz	– 915 MHz	925 MHz	– 960 MHz	FDD
9	1749,9 MHz	– 1784,9 MHz	1844,9 MHz	– 1879,9 MHz	FDD
10	1710 MHz	– 1770 MHz	2110 MHz	– 2170 MHz	FDD
11	1427,9 MHz	– 1447,9 MHz	1475,9 MHz	– 1495,9 MHz	FDD
12	699 MHz	– 716 MHz	729 MHz	– 746 MHz	FDD
13	777 MHz	– 787 MHz	746 MHz	– 756 MHz	FDD
14	788 MHz	– 798 MHz	758 MHz	– 768 MHz	FDD
15	Reservada		Reservada		FDD
16	Reservada		Reservada		FDD
17	704 MHz	– 716 MHz	734 MHz	– 746 MHz	FDD
18	815 MHz	– 830 MHz	860 MHz	– 875 MHz	FDD
19	830 MHz	– 845 MHz	875 MHz	– 890 MHz	FDD
20	832 MHz	– 862 MHz	791 MHz	– 821 MHz	FDD
21	1447,9 MHz	– 1462,9 MHz	1495,9 MHz	– 1510,9 MHz	FDD

Nota 1: La banda 6 no es aplicable

Por tanto, se usa la capacidad de futuros eNB y HeNB con transceptores adaptados para funcionar a diferentes frecuencias, como están siendo definidos en la actualidad en LTE avanzado de 3GPP, no para agregar capacidad como se propone en la actualidad, sino para coordinar eNB con HeNB a través de una interfaz X2 inalámbrica en la

banda de FDD_baja.

Interfaces inalámbricas Un, S1 y X2:

- 5 Uno de los aspectos más importantes de esta invención es el establecimiento de una interfaz X2 inalámbrica entre la agrupación HeNB y el eNB de coordinación que se deriva de la solución propuesta para la coordinación entre un eNB donante (Donor eNB) y un grupo de nodos de retransmisión (Relay Nodes) [5], tal como se presenta en la figura 5.
- 10 Esta solución está en armonía en la medida de lo posible con la norma LTE. El RN no dará servicio a terminales, y por tanto esta interfaz X2 sólo se usará para soportar algunas funcionalidades de plano de usuario/de control X2 [6] como activación/desactivación de HeNB, coordinación de interferencias/recursos de radio y para transportar datos COMP, que no soportan otras funcionalidades relacionadas con servicios de UE.
- 15 La figura 6 representa las interfaces inalámbricas entre un eNB de controlador (CeNB) y dos femtonodos, con soporte de CoMP/X2 inalámbrico (CHeNB). El DeNS y el RN sólo se usan para transportar información X2 para permitir funcionalidades X2 y CoMP entre el CeNB y los CHeNB.
- 20 Desde un punto de vista de la arquitectura LTE, el CHeNB está compuesto por un HeNB más un nodo de retransmisión (RN) y el CeNB está compuesto por un eNB donante (DeNB o eNB con soporte de retransmisiones) y un eNB convencional, tal como se muestra en la figura 6.
- 25 El CHeNB tiene varias interfaces inalámbricas (Un, X2 inalámbrica y S1 inalámbrica) asociadas con el funcionamiento de RN y una interfaz S1 por cable asociada con el funcionamiento de femtonodo, que termina en la HeNB GW. El CHeNB también tiene dos IP direccionados, uno asociado con el RN y el otro asociado a las comunicaciones de HeNB.
- 30 El CeNB está compuesto por un eNB convencional más un DeNS (un eNB con soporte de retransmisiones) unidos a través de la interfaz X2. Este CeNB usa dos interfaces S1 con MME/S-GW (y por tanto dos direcciones IP) una se usa en la comunicación entre los MME/S-GW-DeNB-RN y otra se usa para las comunicaciones entre los MME/S-GW-eNB-HeNB.
- 35 Los femtonodos pueden incluir opcionalmente, a partir de release 10 de LTE, una interfaz X2 para soportar sólo algunas funcionalidades de agrupación entre femtonodos como traspaso y coordinación de interferencia. La interfaz X2 entre femtonodos no es útil para fines de X2 y CoMP porque el flujo de información de X2 y CoMP va desde un punto central (eNB de coordinación) a los elementos de agrupación (femtonodos) y de manera inversa, por este motivo no se ha representado en la figura 6.
- 40 El CeNB termina las interfaces inalámbricas Un y X2 desde los CHeNB. El CeNB proporciona funcionalidad proxy X2 entre los CHeNB y otros nodos de red de conjunto cooperativo (otros CHeNB o eNB).
- La figura 7 presenta las pilas de protocolo de plano de usuario X2 (X2-U) de los nodos que soportan intercambio de información de plano de usuario X2. Los nodos implicados son: CHeNB/CeNB/otro eNB.
- 45 En la figura 7 puede observarse desde la perspectiva de X2-U que el CHeNB está compuesto por un HeNB y un RN con una unión en la capa GTP. Esta unión bidireccional pasa los mensajes X2-U HeNB asociados con CoMP (o los mensajes convencionales X2 cuando no se usa CoMP) al RN, que van a transportarse usando la interfaz X2-U inalámbrica para su transporte al CeNB, y viceversa, recibe mensajes inalámbricos X2_U desde el CeNB.
- 50 Con respecto al CeNB, se compone de un DeNS y un eNB también con una unión en la capa GTP, con la misma funcionalidad que la unión GTP en el CHeNB. Esta unión bidireccional pasa los mensajes X2-U eNB asociados con CoMP (o mensaje convencional X2 cuando no se usa CoMP) a la interfaz X2-U inalámbrica DeNS para su transporte al CHeNB y viceversa, recibe mensajes inalámbricos X2-U desde el CHeNB.
- 55 Las comunicaciones entre CHeNB del mismo conjunto cooperativo serán a través de la interfaz inalámbrica X2-U del CeNB. El transporte de datos X2 se basa en IP y se define en 3GPP 36.424 [8].
- 60 Los paquetes de plano de usuario inalámbricos X2 se mapean con portadores de radio a través de la interfaz Un. Las capas de acceso de radio usadas en las comunicaciones entre el CHeNB y el CeNB son las de LTE convencionales (PDCP, RLC, MAC y PHY). La figura 8 presenta las pilas de protocolo de plano de control X2 (X2-C) de los nodos que soportan intercambio de información de control X2. Los nodos implicados son: CHeNB/CeNB/otro eNB. El protocolo de aplicación por cable X2 usa un transporte basado en IP y se define en 3GPP TS 36.423 [6].

En la figura 8 puede observarse en un plano de control X2 que el CHeNB está compuesto por un HeNB y un RN con

una unión en la capa de aplicación X2 (X2-AP). Esta unión pasa los mensajes X2-C HeNB, asociados con CoMP (o el mensaje convencional X2 cuando no se usa CoMP) a la interfaz X2-C inalámbrica RN para su transporte al CeNB y viceversa, recibe los mensajes X2-U desde la interfaz CeNB inalámbrica para el HeNB.

- 5 El CeNB, está compuesto por una unión DeNS también en la capa X2-AP, con una funcionalidad similar a la unión X2-AP en el CHeNB. La señalización X2-AP se transporta usando la interfaz inalámbrica x2 RN DeNB.

10 Los paquetes de plano de control inalámbricos X2 se mapean con portadores de radio a través de la interfaz Un. Las capas de acceso de radio usadas desde el transporte de señalización X2-C entre el CHeNB y el CeNB son las capas de acceso de radio LTE convencionales (PDCP, RLC, MAC y PHY).

15 El procesamiento de mensajes X2-AP incluye modificar ID de UE X2-AP, dirección de capa de transporte e identificadores de punto de extremo de túnel GTP (TEID) aunque deja otras partes del mensajes sin modificar. Los paquetes de señalización de interfaz inalámbrica X2 se mapean con portadores de radio a través de la interfaz Un. Como puede observarse en la figura 8, las capas de acceso de radio usadas en el transporte de datos de plano de usuario X2 entre el CHeNB y el CeNB son las capas de acceso de radio LTE convencionales (PDCP, RLC, MAC y PHY).

20 Las pilas de protocolo para los planos de control y de usuario S1 son las mismas que las correspondientes a la interfaz X2, pero con las siguientes diferencias:

- En el plano de usuario, la interfaz de plano de usuario S1 (S1-U) sustituye la interfaz de plano de usuario X2 (X2-U) y la parte por cable de S1-U desde el CeNB termina en S-GW, cuando X2-U termina en el otro eNB (figura 8).
- En el plano de control, la interfaz de plano de control S1 (S1-MME) sustituye el plano de control X2 (X2-CP) y la capa de protocolo S1-AP sustituye la capa de protocolo X2-AP en todas las pilas de protocolo (figura 8).

30 Como esta invención se basa en DeNS y RN normalizados 3GPP, los procedimientos de señalización relacionados con la interfaz Un entre el CeNB y cada CHeNB perteneciente al conjunto de cooperación, son los presentados en la norma 3GPP 36.300 para nodos de retransmisión:

- Procedimiento de unión de RN (3GPP 36.300 sección 4.7.6.1). El procedimiento es el mismo que el procedimiento de unión de UE normal. Incluye: unión NAS de configuración de conexión RRC, autenticación, seguridad, creación de sesión GTP y configuración de contexto S1.
- Activación/modificación de portador de RN (3GPP 36.300 sección 4.7.6.2). El procedimiento es el mismo que el procedimiento de activación/modificación de portador iniciado por red normal con la excepción de que la funcionalidad S-GW/P GW (etapas 1 y 6) se realiza por el DeNB. Este procedimiento incluye: creación de GTP, configuración de portador S1-AP.
- Procedimiento de arranque de RN (3GPP 36.300 sección 4.7.6.3). El procedimiento consiste en dos fases.
 - o Fase I: Unión para preconfiguración de RN. El nodo RN se une a la red núcleo (E-UTRAN/EPC) como un UE en el encendido y recupera parámetros de configuración inicial.
 - o Fase II: Unión para funcionamiento de RN. El nodo RN se conecta a un DeNB seleccionado de la lista adquirida durante la fase I para iniciar las operaciones de retransmisión.
- Procedimiento de separación de RN (3GPP 36.300 sección 4.7.6.3).
- Transferencia de información vecina (3GPP 36.300 sección 4.7.6.5).

Interfaz extendida X2 entre un eNB y un HeNB:

50 En esta invención la interfaz X2 actual se extiende para soportar una X2 tunelizada.

Este protocolo X2 tunelizado proporciona funcionalidad al enlace eNB - HeNB y también permite CoMP entre eNB y HeNB.

55 La interfaz X2 eNB a HeNB nueva propuesta se tuneliza en una interfaz X2 preexistente entre un DeNS y un RN. Este túnel hace posible transportar información X2, entre un eNB y un HeNB en un modo transparente.

60 El principio de X2 tunelizado se muestra de manera gráfica en la figura 9. La interfaz X2 inalámbrica entre el CeNB y el CHeNB, que usa FDD_baja, se usará para enviar señalización X2 encapsulada de manera transparente relacionada con la otra interfaz de radio "normal" que usa FDD_alta. FDD_alta soporta las comunicaciones UE - eNB/HeNB.

Los mensajes de señalización X2 encapsulados pueden transportar dos tipos de información:

o Mensajes X2 convencionales que habilitan una interfaz X2 inalámbrica entre un eNB y un HeNB, que en la actualidad no se incluyen en las normas 3GPP. Esta interfaz X2 puede habilitar funcionalidades nuevas X2 entre un eNB y un HeNB como: traspaso X2, coordinación de interferencia y activación/desactivación de célula HeNB [3GPP 36.300 sección 20]

5 o Mensajes específicos CoMP entre un eNB y un grupo de HeNB pertenecientes a un conjunto cooperativo CoMP. La solución propuesta es flexible ofreciendo un contenedor transparente para transportar los datos de usuario CoMP y señalización, cuando se hayan definido con precisión. En la actualidad los planos de control y usuario están bajo discusión en la 3GPP [3].

10 Para transportar datos X2 en una interfaz preexistente, X2 necesita definir algunos mensajes X2 nuevos, que extienden la interfaz actual X2 en el plano de control (X2-AP), que se define en la norma del 3GPP 36.423 [6]:

o Transporte tunelizado de X2. Esta función transporta de un modo transparente información entre dos puntos de extremo de X2.

15 La figura 9 presenta una posible implementación del procedimiento de transporte tunelizado de X2. Los pares HeNB y eNB intercambian información X2 convencional a través de la interfaz X2 interna, transfiriéndose esta información de manera inalámbrica entre el RN y el DeNS usando la función de transporte tunelizada de X2.

20 El mensaje de control para enviar mensajes X2 tunelizados (plano de control y/o de usuario), tiene que distinguirse de los mensajes X2-AP normales de manera inequívoca, para no decodificarse por la entidad receptora, sino entregarse a la entidad conectada a la unión X2-AP. Para conseguir esta funcionalidad, es necesario definir un valor nuevo para el elemento de información de tipo de mensaje (IE) que se asociará al "transporte tunelizado de X2" en la sección 9.2.13 de la norma 3GPP 36.423 [6].

25 El valor nuevo del tipo de mensaje IE significa una extensión del protocolo X2-AP, y de las funciones y procedimientos soportados.

Los siguientes mensajes deben añadirse a los mensajes X2-AP convencionales, contenidos en la norma 3GPP 36.423 [6], sin descartar otras posibles implementaciones:

- 30
- o PETICIÓN DE TRANSPORTE TUNELIZADO DE X2
 - o ACUSE DE RECIBO DE TRANSPORTE DE TÚNEL DE X2
 - o FALLO EN EL TRANSPORTE DE TÚNEL DE X2

Otros cambios que van a introducirse incluyen:

- 35
- El elemento de información "causa", especificado en 36.423, sección 9.2.6, debe incluir un valor nuevo, aunque son posibles otras implementaciones. El valor nuevo de "causa" es: grupo de causa >> causa de capa de transporte > transporte tunelizado de X2.
 - Un elemento de información nuevo que contendrá la información X2 desde el e(H)NB origen al e(H)NB objetivo. Sin excluir otras implementaciones, en esta invención este IE se denomina "Contenedor transparente de e(H)NB origen a e(H)NB objetivo".
- 40

45 A continuación, en el presente documento, se propone una posible implementación de los mensajes de protocolo de transporte tunelizado de X2, considerando los IE actuales y los mensajes definidos en la actualidad en 3GPP 36.423, sin excluir otras opciones de implementaciones:

50 PETICIÓN DE TRANSPORTE TUNELIZADO DE X2. Este mensaje contendrá los siguientes elementos de información (IE): tipo de mensaje, causa, ID X2AP eNB antiguo, ID de célula objetivo, identificación de punto de extremo de túnel GTP UL, identificación de punto de extremo de túnel GTP DL, contenedor transparente de e(H)NB origen a e(H)NB objetivo.

El elemento opcional de identificación de punto de extremo de túnel GTP UL y DL, se usa cuando es necesario usar transporte de plano de usuario X2 entre e(H)NB origen y e(H)NB objetivo.

55 ACUSE DE RECIBO DE TRANSPORTE TUNELIZADO DE X2. Este mensaje contendrá los siguientes elementos de información (IE): tipo de mensaje, causa, lista admitida E-RAB, lista no admitida E-RAB, contenedor transparente de e(H)NB origen a e(H)NB objetivo, diagnóstico de criticalidad.

60 FALLO DE TRANSPORTE TUNELIZADO DE X2. Este mensaje contendrá los siguientes elementos de información (IE): tipo de mensaje, ID X2AP UE eNB antiguo, diagnóstico de criticalidad.

La información CoMP X2 que va a transportarse entre un eNB y un HeNB:

El protocolo X2 detallado y los mensajes para transportar información CoMP en un conjunto cooperativo,

compuesto por un eNB y un HeNB, todavía no se ha definido por 3GPP, pero la información que va a transferirse entre los nodos se ha identificado. Esta información depende del tipo de técnicas CoMP aplicadas (presentado en la sección 1.1) y puede clasificarse como:

- 5 1. Información de realimentación estadística/estado de canal explícito (CSI).
2. Realimentación de información estadística/estado de canal implícito, que incluye: información de calidad de canal (CQI), indicador de matriz de precodificación (PMI) e indicador de clasificación (RI).
3. Señales de referencia de sondeo (SRS) usadas para estimación de información de estado de canal (CSI) en eNB aprovechando reciprocidad de canal.

10 Cuando se configura la interfaz extendida X2 entre eNB y HeNB, puede usarse para CoMP entre un eNB y una agrupación de HeNB. CoMP podría estar entre sitios, entre eNB independientes y dentro de sitios, entre células pertenecientes al mismo eNB. El alcance de esta invención es entre sitios.

15 La figura 10 presenta un ejemplo de CoMP entre un nodo de planificación central, el eNB de controlador CoMP (al que pertenece célula 1, célula 2 y célula 3), y varios HeNB con interfaz extendida X2 y CoMP. En esta figura se establece un conjunto cooperativo entre HeNB_1 y la célula célula_1 para proporcionar servicio a UE_1. Otro conjunto cooperativo se establece entre la célula 2 y HeNB_2 y HeNB_3, para proporcionar servicio a UE_2, donde sólo HeNB_2 y HeNB_3 son los transceptores activos. Finalmente, a UE_3 sólo le da servicio célula_3.

20 En la figura 10 puede observarse que las frecuencias FDD_baja tienen un alcance más amplio que las frecuencias FDD_alta, garantizando que la información CoMP alcanzará todos los puntos bajo la cobertura de FDD_alta.

Ventajas de la invención:

25 Las ventajas principales de esta invención son:

- 30 1. La ventaja principal de la invención es que se proporciona una interfaz X2 inalámbrica entre femtocélulas LTE (HeNB en terminología de 3GPP) y estaciones base LTE (eNB) para proporcionar coordinación entre estos nodos, habilitando su función como: CoMP, coordinación de interferencia entre células (ICIC), traspaso X2, ahorro de energía y otras funcionalidades futuras que definirá 3GPP. En la actualidad no hay interfaz X2 entre eNB y HeNB.
- 35 2. La interfaz inalámbrica extendida X2 puede ofrecer un retardo bajo porque conecta directamente dos nodos de radio. En comparación, la implementación real de las partes complementarias de X2 por cable puede sufrir de congestión en el medio (por cable) físico, porque esta interfaz se compartirá entre varios eNB usando sus interfaces X2 y S1. Las interfaces inalámbricas X2 propuestas usadas sólo para transporte de señalización X2 pueden liberar la carga de las interfaces X2/S1 por cable.
- 40 3. Es completamente compatible con el estado de la técnica actual de redes LTE, porque no se introducen modificaciones esenciales en la norma LTE, siendo necesario desplegar una red LTE de frecuencia dual, donde se usará F_alta para comunicación UE-(H)eNB normal y se usará F_baja para establecer una interfaz inalámbrica X2 que pueda soportar COMP y funcionalidades X2.
- 45 4. Como la solución propuesta se basa en nodos lógicos de arquitectura LTE normalizados como eNB, HeNB, RN, DeNB, reutilizará las capas de protocolo y funcionalidades asociadas a estos nodos como: autenticación, autorización, seguridad, etc.
- 50 5. El establecimiento de la interfaz X2 inalámbrica entre el CeNB y el grupo de CHeNB, permiten la coordinación de interferencia entre células X2 (ICIC) entre los mismos y también otras características X2 como activación/desactivación de CHeNB, traspaso X2 y otras funcionalidades presentes y futuras.
6. La solución propuesta es suficientemente flexible para albergar los mensajes CoMP X2 futuros (y también otros tipos de mensajes X2). El cambio principal con respecto a las normas LTE es una pequeña extensión de las funcionalidades X2 para transmitir mensajes X2 tunelizados.
- 55 7. Aumenta la eficiencia espectral multicapa y/o rendimiento de borde de célula mediante el uso de la interfaz X2 porque se permite la coordinación de recursos de radio entre la macrocapa, compuesta por eNB, y la femtocapa, compuesta por HeNB.
8. Puede obtenerse sincronización F_baja a partir de la interfaz aérea de F-alta, reduciendo el coste del equipo simplificando su diseño. La interfaz inalámbrica que usará F_baja tendrá habitualmente una mejor cobertura que la señal F-alta, proporcionando una cobertura extendida para el canal de control inalámbrico X2.

Siglas

60	3GPP	Third Generation Partnership Program; programa de asociación de tercera generación
	BS	Base Station; estación base
	CeNB	Controller eNB; eNB de controlador
	CHeNB	Cooperative Home eNB; eNB doméstico corporativo
	CoMP	Coordinated Multipoint; multipunto coordinado

	CQI	Channel Quality Indicator; indicador de calidad de canal
	CSI	Channel State Indicator; indicador de estado de canal
	DL	Downlink; enlace descendente
	DeNS	Donor eNB; eNB donante
5	DM-RS	Demodulation Reference Signals; señales de referencia de demodulación
	eNB	evolved Node B; nodo B evolucionado
	E-UTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network; red de acceso de radio terrestre universal evolucionada
	FDD	Frecuency Division Duplex; dúplex de división de frecuencia
10	FDMA	Frecuency Division Multiple Access; acceso múltiple por división de frecuencia
	GTP	GPRS Tunneling Protocol; protocolo de tunelización GPRS
	HSPA	High Speed Packet Access; acceso por paquetes de alta velocidad
	HeNB	Home eNodeB; eNodoB doméstico
	ICIC	Inter Cell Interference Coordination; coordinación de interferencia entre células
15	IE	Information Element; elemento de información
	IP	Internet Protocol; protocolo de Internet
	LTE	Long Term Evolution; evolución a largo plazo
	MAC	Medium Access Control; control de acceso al medio
	MME	Mobility Management Entity; entidad de gestión de movilidad
20	NB	Node B; nodo B
	PDU	Protocol Data Unit; unidad de datos de protocolo
	PMI	Precoding Matrix Index; índice de matriz de precodificación
	PRB	Physical Resource Block; bloque de recursos físicos
	RAN	Radio Access Network; red de acceso de radio
25	RAT	Radio Access Technology; tecnología de acceso de radio
	RI	Rank Indicator; indicador de clasificación
	RR	Radio Resource; recurso de radio
	RN	Relay Node; nodo de retransmisión
	SGW	Serving Gateway; pasarela de servicio
30	SRS	Sounding Reference Signals; señales de referencia de sondeo
	TDD	Time Division Duplex; dúplex de división de tiempo
	UE	User Equipment; equipo de usuario
	UL	Uplink; enlace ascendente
	X2-AP	X2 Application Protocol; protocolo de aplicación X2
35	X2-C	X2 Control Plane; plano de control X2
	X2-U	X2 User Plane; plano de usuario X2

Bibliografía

- 40 [1] 3Gpp TS 36.300, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 10), V10.3.0 (2011-03)", sección 4. Overall architecture
- 45 [2] 3Gpp TS 36.819, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Coordinated Multi-Point Operation for LTE Physical Layer Aspects (Release 11)"
- 50 [3] 3Gpp TS 36.814, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Further advancements for E-UTRA physical layer aspects (Release 9)"
- [4] 3Gpp TS 36.420 "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); X2 application protocol (X2AP)", V10.1.0 (03-2011)
- 55 [5] 3Gpp TS 36.300, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 10), V10.3.0 (03-2011)", sección 4.7. Support for relaying
- 60 [6] 3Gpp TS 36.423 "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); X2 application protocol (X2AP)", V10.1.0 (03-2011)
- [7] "3GPP Mobile Innovation path to 4G; release 9, release 10 and beyond; HSPA+, LTEISAE and LTE Advanced", 3G Americas, febrero de 2010, sección 7.8.4 Coordinated Multipoint Transmission and Reception.
- [8] 3Gpp TS 36.424 "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio

Access Network (E-UTRAN); X2 data transport”, V10.1.0 (03-2011)

[9] “Centralized Scheduling for Joint Transmission Coordinated Multi-Point in LTE-advanced”, S.Brueck, L.Zao, J.Giese, M. Awais. International ITEG workshop on smart antennas, 2010,

5 [10] “Coordinated Multipoint Multiuser-MIMO transmissions over backhaul-constrained mobile access networks”, C, Choie, T. Biermann y S. Mizuta, IEEE PIMRC 2011, Toronto

10 [11] “Backhaul modelling for COMP” Orange, Telefonica, Contribución número R1-111174 a la reunión 3GPP RAN 1, Taipéi, 21-25 febrero de 2011

15 [12] NEW POSTCOM: “Discussion 01 enhanced mobility solutions between MeNB and HeNB”, 3GPP DRAFT; R3-101850 DISCUSSION OF ENHANCED MOBILITY SOLUTIONS BETWEEN MENB ANO HENBJINAL, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA vol, RAN WG3, n.º Beijing; 23 de junio de 2010.

20 [13] CATT: “Discussion on mobility enhancements lor (H)eNBs-to-HeNBs”, 3GPP DRAFT; R3-101878, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA, vol. RAN WG3, n.º Beijing; 23 de junio de 2010.

25 [14] QUALCOMM INCORPORATED: “Analysis 01 supporting the X2 interlace lor HeNBs”, 3GPP DRAFT; R3-101559, 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), MOBILE COMPETENCE CENTRE; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX, FRANCIA, vol. RAN WG3, n.º Montreal, Canadá; 1 de mayo de 2010.

REIVINDICACIONES

1. Un método para comunicación en redes LTE, que comprende al menos un terminal de usuario (UE) que se comunica a través de una conexión inalámbrica con una estación base macrocelular, abreviada como eNB, y con al menos una estación base femtocelular, abreviada como HeNB, a través de un sistema celular, en el que dicho método está **caracterizado por que** comprende proporcionar una interfaz X2 inalámbrica entre dichas estaciones eNB y HeNB en dicha red LTE para proporcionar servicios de comunicación a dicho al menos un UE, en el que la comunicación entre el eNB y el HeNB mediante dicha interfaz X2 inalámbrica se realiza usando una banda de frecuencia que es diferente a la banda de frecuencia usada para comunicar el eNB o el HeNB con dicho al menos un terminal de usuario.
2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha interfaz X2 inalámbrica entre dicho eNB y dicho al menos HeNB se proporciona para establecer coordinación entre dichas estaciones eNB y HeNB.
3. El método de la reivindicación 2, que comprende establecer dicha coordinación entre dichas estaciones eNB y HeNB para permitir implementar al menos uno de los siguientes mecanismos de cooperación entre dichas estaciones eNB y HeNB: una transmisión/recepción multipunto coordinada, un traspaso X2, ahorro de energía, una coordinación de interferencia entre células o una combinación de los mismos.
4. El método de la reivindicación 3, que comprende implementar dicho mecanismo de transmisión/recepción multipunto coordinado, abreviado como CoMP, intercambiando mensajes CoMP a través de la interfaz X2 inalámbrica.
5. El método de la reivindicación 1, en el que dicha banda de frecuencia usada para comunicar mediante la interfaz X2 inalámbrica comprende frecuencias de funcionamiento que son menores y con menos atenuación de radio que las frecuencias de funcionamiento de la banda de frecuencia usada mediante el eNB o mediante el HeNB para comunicar con dicho al menos un UE.
6. El método de la reivindicación 1, que comprende tunelizar dicha interfaz X2 inalámbrica entre dicho eNB y dicho al menos HeNB sobre una interfaz X2 preexistente.
7. El método de la reivindicación 6, que comprende, con el fin de construir dicha tunelización, intercambiar mensajes de control a través de dicha interfaz X2 entre el eNB y el HeNB, que pueden distinguirse de mensajes X2 que no son de control.
8. El método de la reivindicación 7, en el que dichos mensajes de control son: una petición de transporte de túnel X2 enviada por el eNB o HeNB solicitando el establecimiento del túnel, y un acuse de recibo de transporte de túnel X2 o un fallo en el transporte de túnel X2, enviado de vuelta por el HeNB o eNB en respuesta a dicha petición.
9. El método de la reivindicación 6, que comprende:
 usar para la comunicación mediante la interfaz X2 inalámbrica una banda de frecuencia menor que la banda de frecuencia usada mediante el eNB o el HeNB con el al menos un UE; y
 transmitir y recibir mensajes de señalización X2 encapsulados usando dicha banda de frecuencia menor.
10. Un sistema para comunicación en redes LTE, que comprende:
 - al menos un terminal de usuario para comunicarse a través de una conexión inalámbrica con una estación base macrocelular, eNB, y con al menos una estación base femtocelular, HeNB, a través de un sistema celular;
 - dicha al menos una estación base macrocelular, eNB; y
 - dicha al menos una estación base femtocelular, HeNB,
caracterizadas por que cada uno de dichos eNB y HeNB comprende medios de comunicación X2 inalámbrica configurados para establecer una interfaz X2 inalámbrica para proporcionar servicios de comunicación a dicho al menos un terminal de usuario, estando dispuesto dicho sistema para desplegar una red LTE de frecuencia de banda dual haciendo funcionar dichos medios de comunicación en una banda de frecuencia que es diferente de la frecuencia de funcionamiento usada mediante el eNB y el HeNB para comunicar con dicho al menos un UE.
11. El sistema de la reivindicación 10, en el que dichos medios de comunicación X2 inalámbrica de dicho HeNB comprenden un nodo de retransmisión y dichos medios de comunicación X2 inalámbrica de dicho eNB comprenden unos nodos de retransmisión de soporte de DeNS.
12. El sistema de la reivindicación 11, en el que dichos medios de comunicación X2 inalámbrica comprenden, para

cada uno de dichos eNB y HeNB, un módulo X2 extendido y un módulo CoMP.

5 13. El sistema de la reivindicación 10, en el que dicha banda de frecuencia diferente comprende una frecuencia de funcionamiento que es inferior y con menos atenuación de radio que la frecuencia de funcionamiento usada mediante el eNB y el HeNB para comunicar con dicho al menos un UE.

14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10 a 13, en el que dichas estaciones base macro y femtocelulares pertenecen a diferentes células en un sistema celular.

10 15. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10 a 13, en el que dichas estaciones base macro y femtocelulares pertenecen a la misma célula en un sistema celular.

15 16. El sistema de la reivindicación 10, en el que dicho sistema implementa el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 9 usando dichos medios de comunicación X2 inalámbrica.

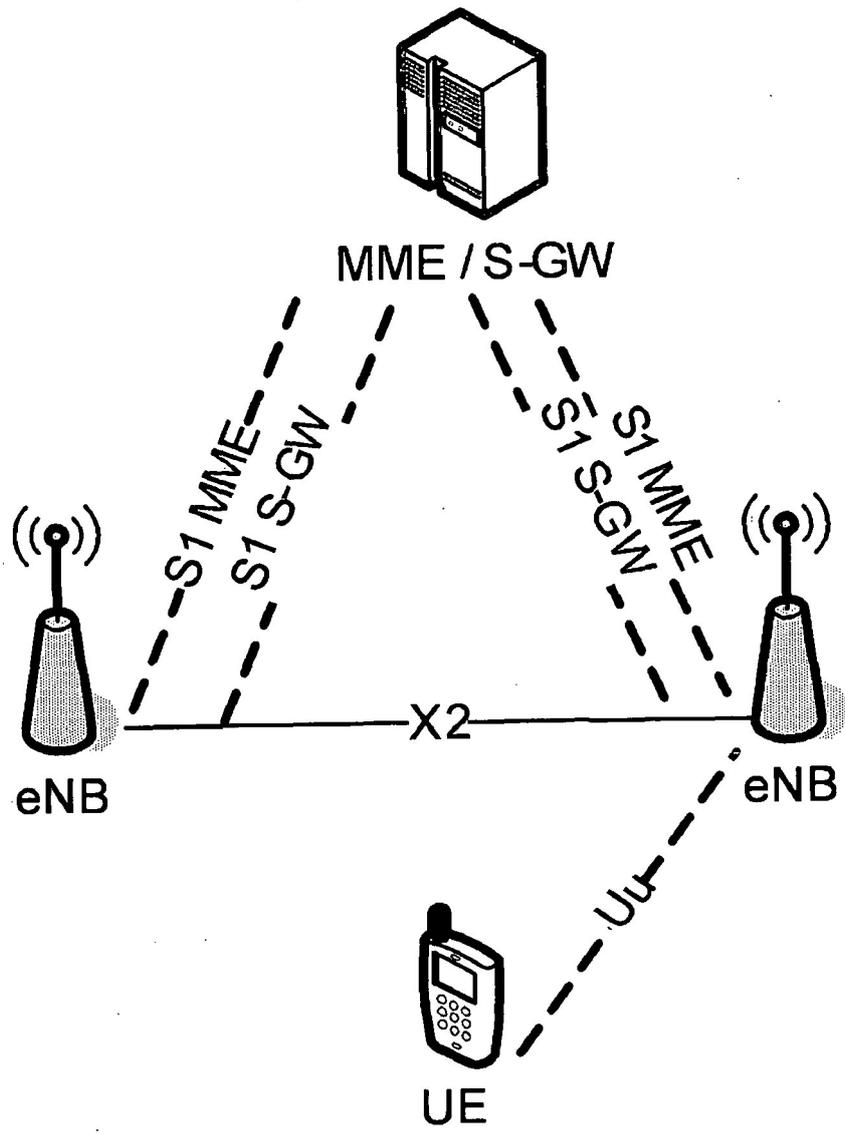


Figura 1

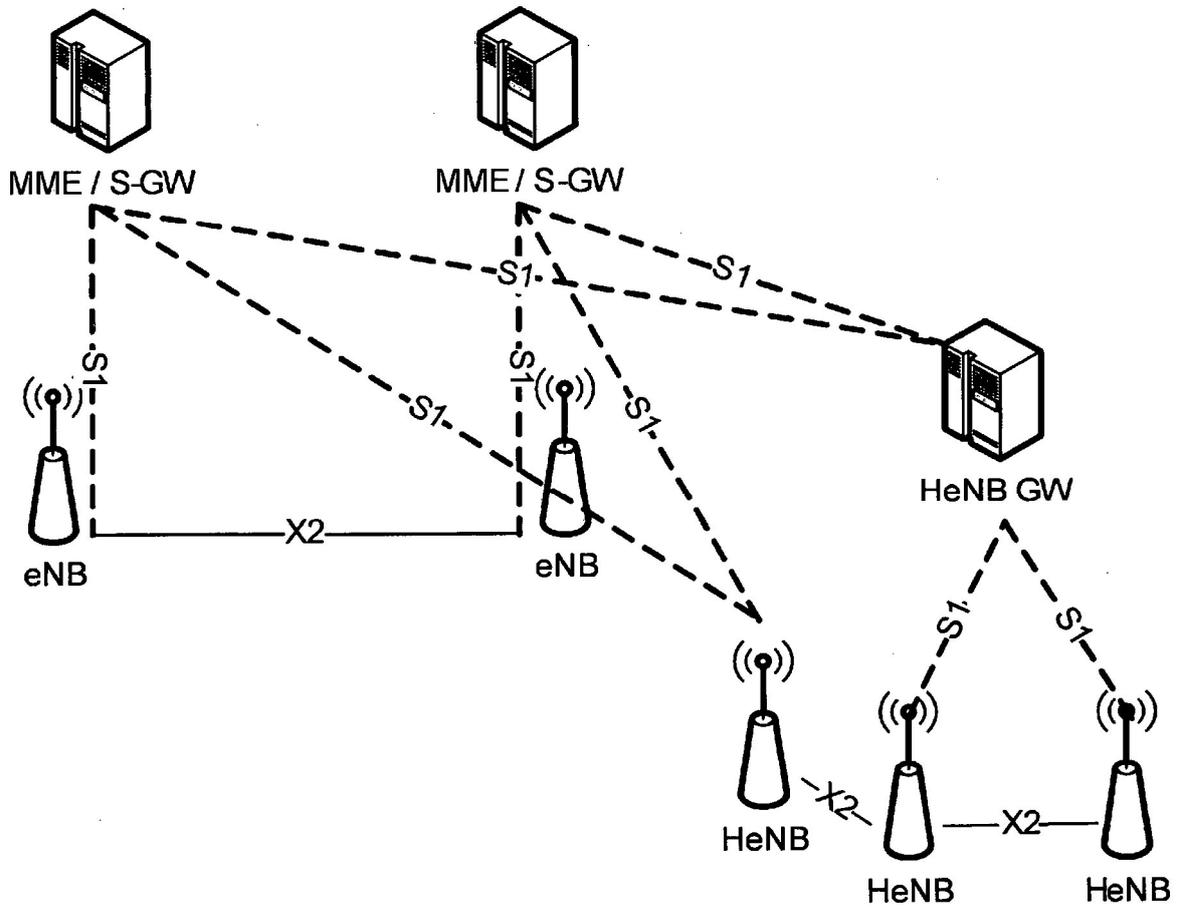


Figura 2

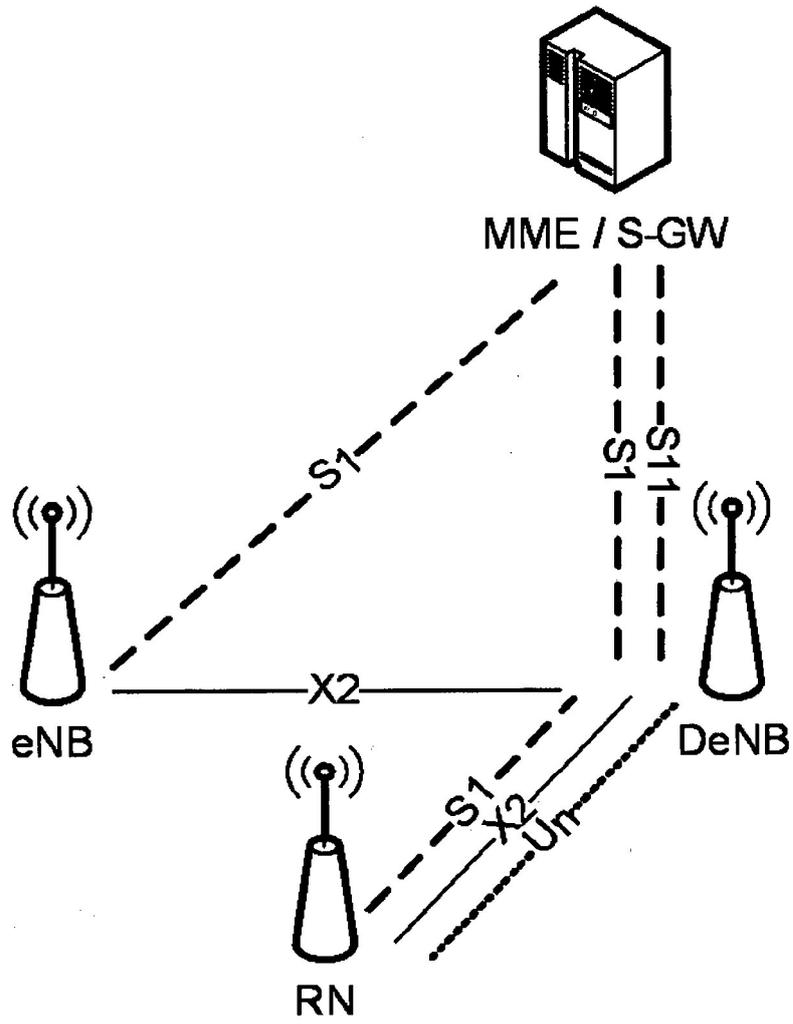


Figura 3

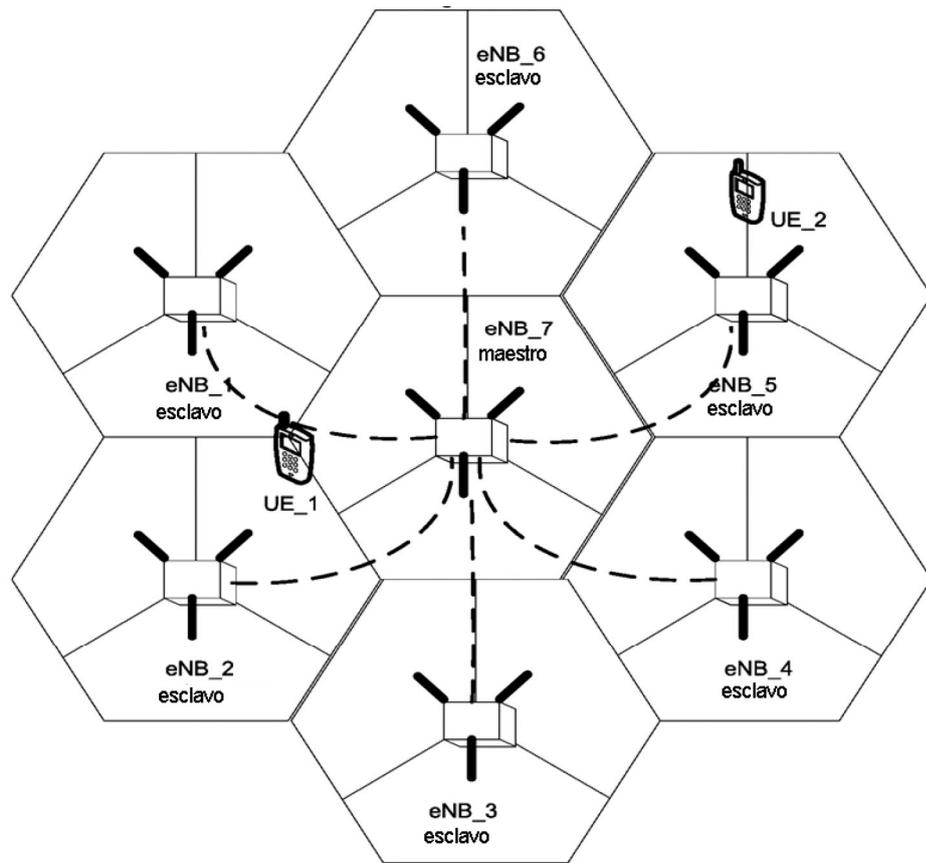


Figura 4

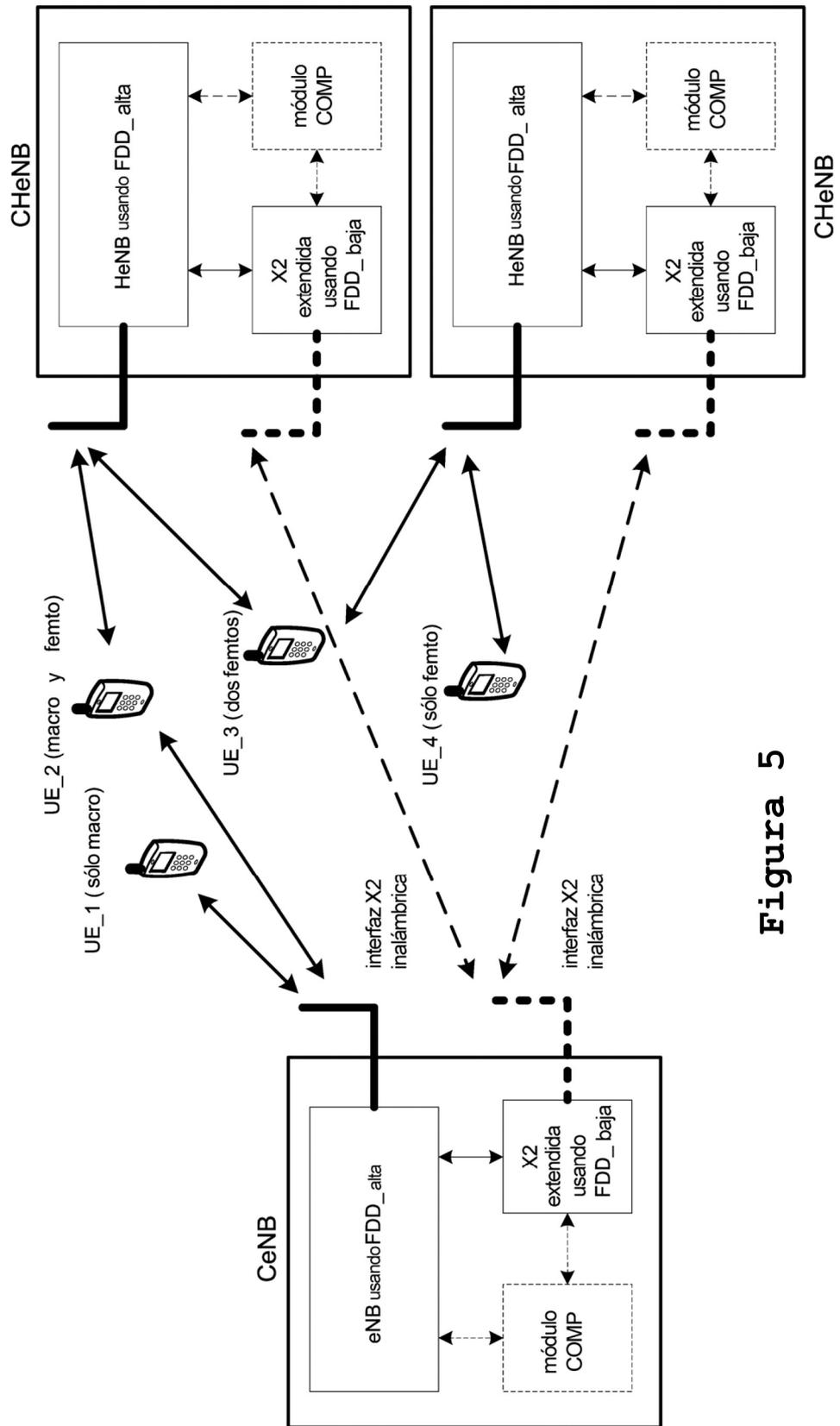


Figura 5

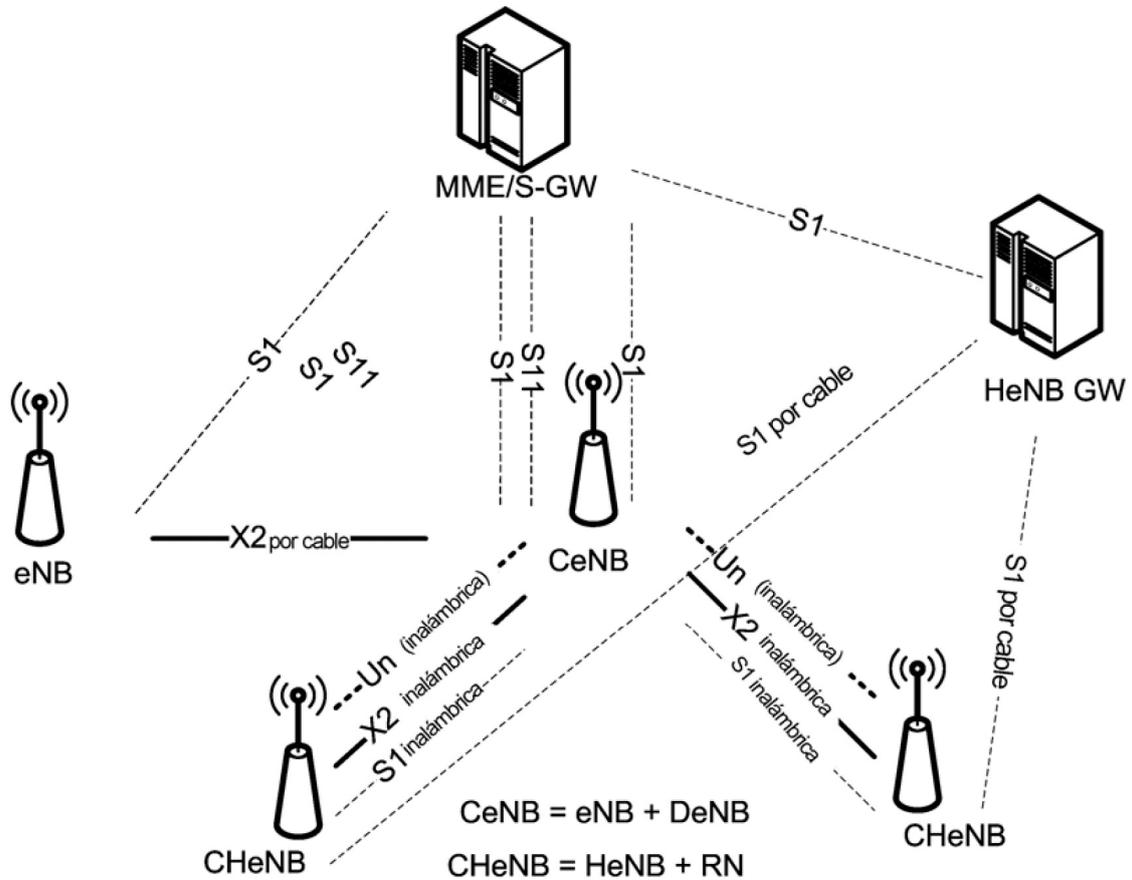


Figura 6

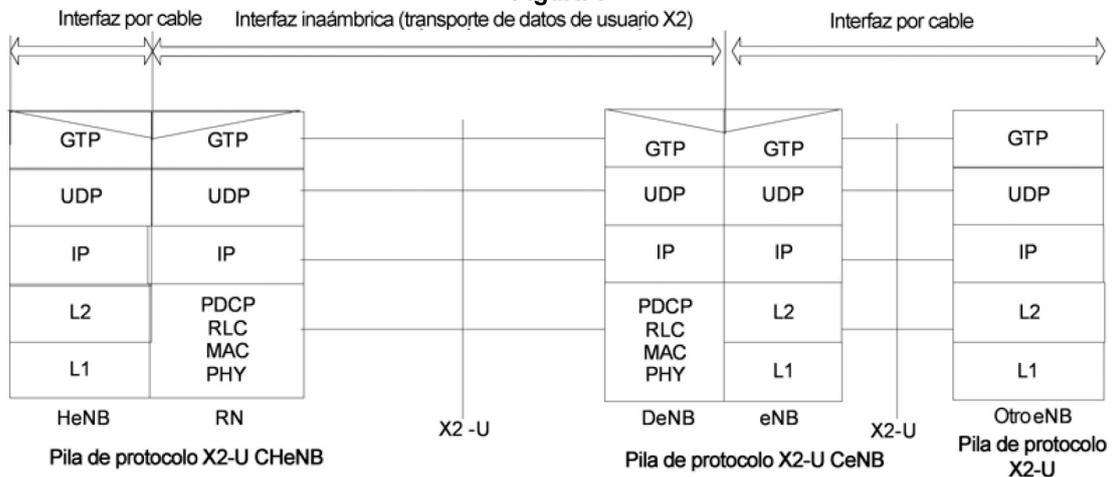


Figura 7

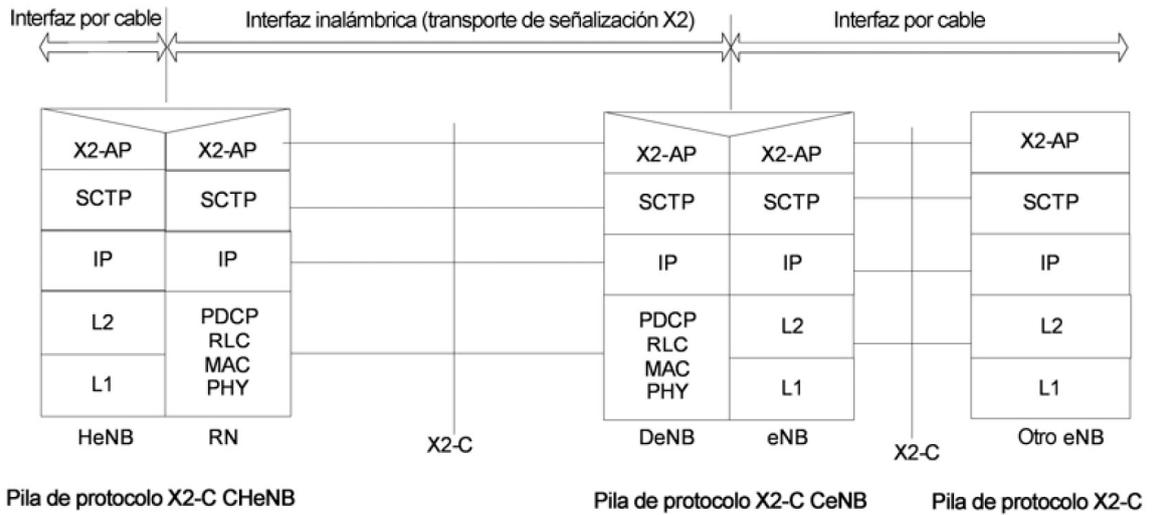


Figura 8

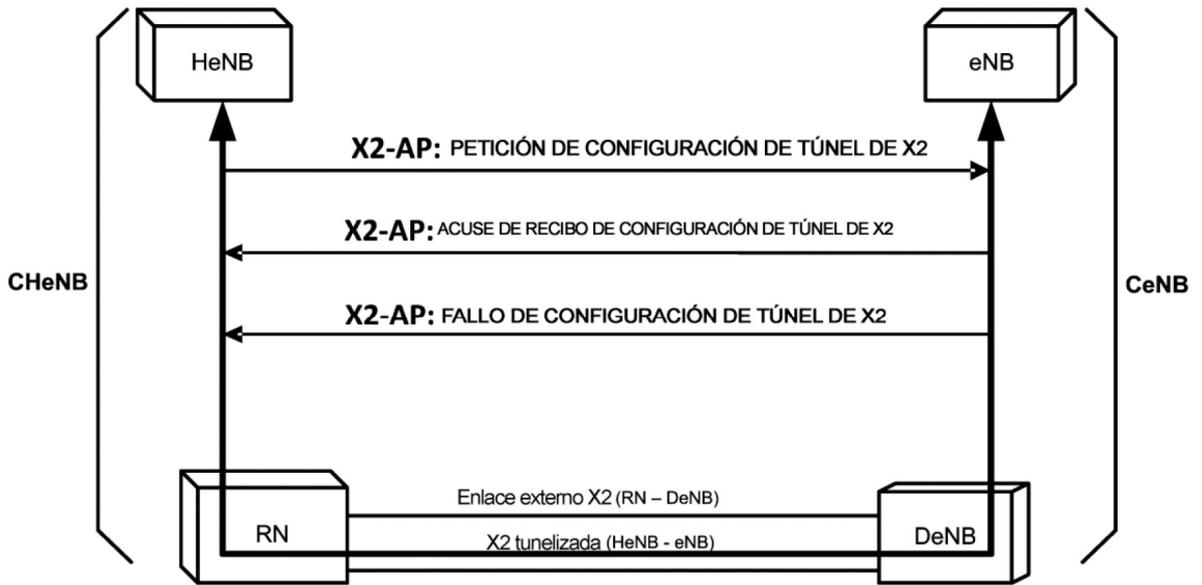


Figura 9

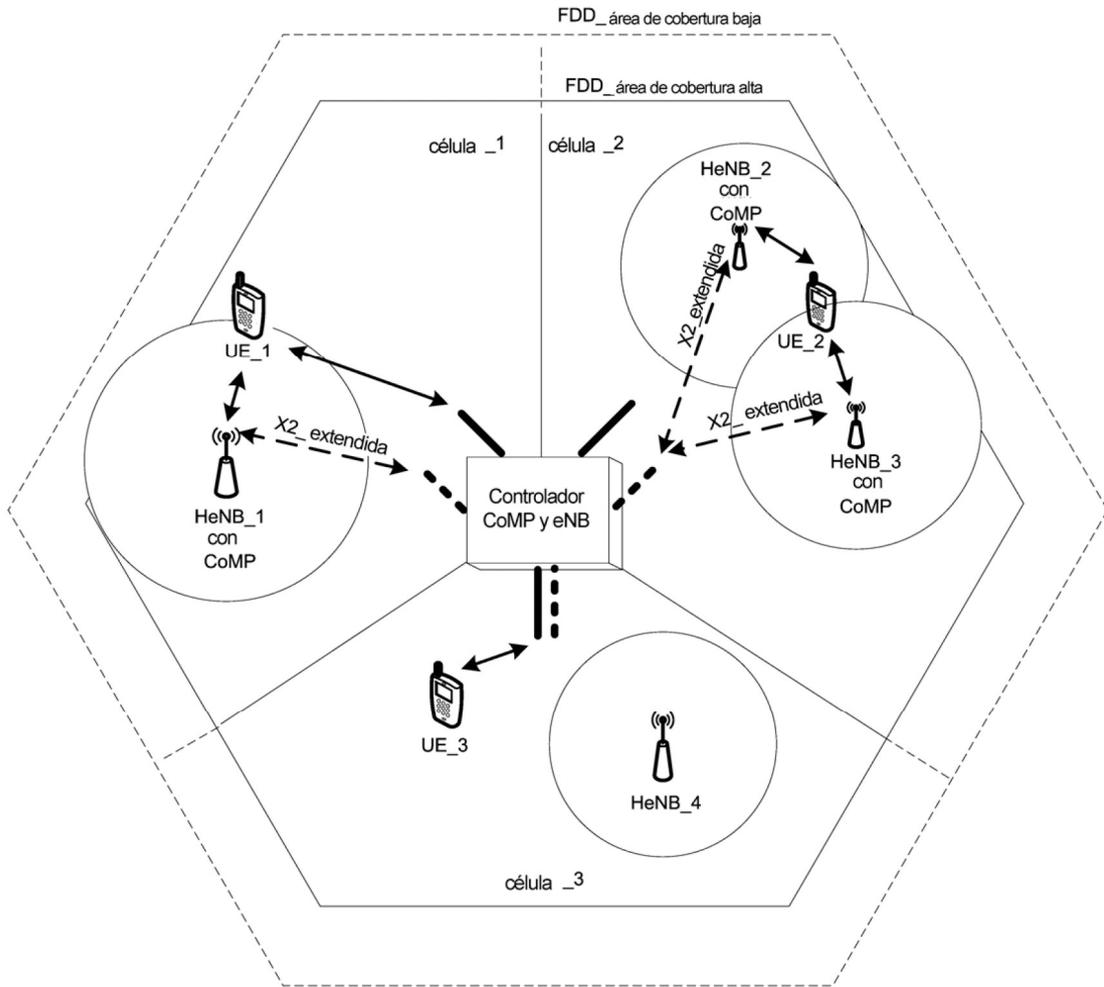


Figura 10