

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 949**

51 Int. Cl.:

H04W 16/16 (2009.01)

H04W 88/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2012 E 12720917 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2710829**

54 Título: **Un sistema y método para conectar nodos de acceso de radio de una red de acceso de radio**

30 Prioridad:

17.05.2011 ES 201130794 P

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

27.05.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CUCALA GARCÍA, LUIS;
MATAS SANZ, PRIMITIVO;
PÉREZ TARRERO, QUILIANO y
LORCA HERNANDO, FRANCISCO JAVIER**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Mónica

ES 2 571 949 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 sistema y método para conectar nodos de acceso de radio de una red de acceso de radio

DESCRIPCIÓN

5 Campo de la técnica

La presente invención se refiere, en general, en un primer aspecto, a un sistema para minimizar interferencias entre nodos de acceso de radio, o células, de una red de acceso de radio, y más particularmente a un sistema que comprende dividir dichos nodos de acceso de radio en una sección de procesamiento común y una pluralidad de secciones transeptoras remotas.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método dispuesto para llevar a cabo dicha división de nodos de acceso de radio.

15 Estado de la técnica anterior

Las femtocélulas son pequeñas estaciones base que se instalan en las instalaciones del cliente o de la empresa para proporcionar cobertura de banda ancha móvil, tal como UMTS o LTE, en un área limitada. Los femtonodos están conectados a la red principal del operador móvil por medio de una red de acceso de banda ancha fija, tal como una línea de ADSL o conexión de fibra.

El femtonodo actual integra todas sus funcionalidades dentro de un único receptáculo, desde las antenas que emiten las señales de radio hasta la conexión Ethernet que soporta la interfaz con la red principal móvil (Iuh en el caso de UMTS, o S1 en el caso de LTE). Este femtonodo de un único receptáculo debe proporcionar la cobertura completa de un área doméstica o de oficina, y si su cobertura no es suficiente, debe aumentarse su potencia o deben instalarse más femtonodos.

También hay algunas otras soluciones para proporcionar cobertura en interiores de una manera distribuida. Por ejemplo:

- Técnicas de radio sobre fibra (RoF, *Radio On Fibre*). En este caso se instala una única estación base en un edificio, y las señales de radio, antes de su transmisión a través de las antenas, se convierten en un formato óptico y se transmiten a través de una red de fibra a lo largo del edificio. En el otro extremo de la red de fibra, algunas cabeceras de radio remotas vuelven a convertir las señales en el formato de radio y las emiten por medio de antenas.
- Radio sobre medios de cable coaxial. En este caso se instala una única estación base en un edificio, y las señales de radio se transmiten a través de una red de cable coaxial a lo largo del edificio hasta algunas cabeceras de radio remotas. Estas cabeceras de radio remotas pueden ser completamente pasivas, o pueden incluir algunos elementos activos. Algunos ejemplos de soluciones de cable coaxial con elementos activos se describen en las patentes "WO2009149101A1 Remote Distributed Antenna" y "US5918154A Communications Systems Employing Antenna Diversity".
- Cabeceras de radio remotas conectadas a la estación base por medio de una interfaz digital. Los principales representantes de esta solución son las normas CPRI y OBSAI. En ambos casos, las señales I/Q digitales de la estación base, antes de convertirse en un formato analógico y convertirse de manera ascendente en radiofrecuencia, se transmiten digitalmente a través de una red de fibra. En el otro extremo de la red de fibra, algunas cabeceras de radio remotas convierten las señales en analógicas y realizan la conversión ascendente de frecuencia final, y las emiten por medio de antenas.

El documento US2011/096736 A1 desvela un sistema de comunicación con una estructura de acceso de red mejorada para cooperación inter-célula, que incluye una unidad central y al menos una unidad de acceso de radio.

Con respecto a la implementación de un femtonodo, la norma 3GPP no especifica ninguna arquitectura de referencia para el mismo. Sin embargo, la generación de señales físicas tanto de enlace descendente como de enlace ascendente hace necesario implementar un conjunto de bloques funcionales.

En el enlace descendente, la carga útil que debe transmitirse al UE pasa a través del proceso convencional en LTE; una segmentación de bloques de código, codificación de canales, adaptación de la tasa de transmisión y concatenación de bloques de código. El resultado es un conjunto de palabras de código, y cada palabra de código es un conjunto de datos de usuario antes de su formateo para la transmisión de radio.

Una vez generada cada palabra de código, pasa por un proceso de aleatorización de LTE convencional y por el correlacionador de modulación. La función del correlacionador de modulación es correlacionar grupos de bits con símbolos modulados complejos según un esquema de modulación predefinido. El esquema de modulación puede ser QPSK, 16-QAM o 64-QAM. En la arquitectura convencional, los segmentos modulados se representan por medio

de símbolos complejos, cuyas partes real e imaginaria se representan por medio de palabras digitales que oscilan desde 8 hasta 14 bits. Éste es el mismo número de bits que se usa en el DAC que se dispone tras el bloque de IFFT que está incluido en el correlacionador de señales OFDM.

5 En la arquitectura MU-MIMO de LTE convencional, el resultado de este proceso de aleatorización y correlacionador de modulación se alimenta al bloque de correlacionador de capas, cuya función es dividir una palabra de código entre dos o más capas, hasta cuatro, y cada capa se alimenta a una antena. Tras el bloque de correlación de capas, se realiza una precodificación MIMO (*multiple-input multiple-output*, múltiples entradas múltiples salidas).

10 El correlacionador de elementos de recursos se dispone tras el bloque de precodificación MIMO, correlacionando el conjunto de símbolos complejos con un conjunto de subportadoras, y el correlacionador de señales OFDM realiza la modulación de señales OFDM por medio de una IFFT.

15 Finalmente, se añade un prefijo cíclico a la señal OFDM, se realiza una conversión de digital a analógico (DAC), y se convierte de manera ascendente la señal analógica a radiofrecuencia antes de su transmisión.

20 En el enlace ascendente, la antena de recepción detecta la señal de enlace ascendente del terminal de usuario, que se convierte de manera descendente, se demodula I/Q y se convierte en un formato digital por medio de un convertidor de analógico a digital. El bloque de eliminación de prefijos cíclicos elimina el prefijo cíclico de la señal SC-FDMA, y los bloques de FFT y de IFFT realizan la demodulación SC-FDMA. El decorrelacionador de elementos de recursos extrae los símbolos modulados del conjunto de subportadoras asignadas. La función del bloque de decorrelacionador de demodulación es opuesta a la de correlacionador de modulación, es decir convertir símbolos QPSK, 16-QAM o 64QAM en un flujo en serie de palabras digitales binarias que se alimenta a las unidades de desaleatorizador y decodificación.

25 - Problemas con las soluciones existentes

30 El principal problema de las técnicas de radio sobre fibra (RoF) o de radio sobre cable coaxial es que son muy costosas y sólo pueden usarse en edificios muy grandes que demandan una alta capacidad de radio.

35 En el caso de las cabeceras de radio remotas conectadas a la estación base por medio de una interfaz digital, como las normas CPRI o OBSAI, los principales problemas de esta solución son dos: la tasa de transmisión de datos que debe soportar la red de fibra es alta, con una tasa de transmisión de bits mínima del orden de 300 Mbps, y que es muy costosa y sólo puede usarse en edificios muy grandes que demandan una alta capacidad de radio.

40 El principal problema de los femtonodos actuales es la interferencia que puede producirse entre los femtonodos y la macrocapa de banda ancha móvil superpuesta, o entre los propios femtonodos, y se está dedicando mucho esfuerzo a tratarlo [1], [2], [3], [4].

La interferencia se produce cuando los femtonodos y la macrocapa comparten la misma banda de frecuencia, lo que es muy común debido a la limitada disponibilidad de ancho de banda. Hay algunos escenarios para el problema de la interferencia:

45 1. Cuando los femtonodos funcionan en el denominado modo de grupo cerrado de abonados (CSG, *Closed Subscriber Group*) [5] [6]. En este caso un equipo de usuario (UE), es decir un teléfono móvil, que no está incluido en la lista de CSG de un femtonodo, no podrá acampar en el mismo, y por tanto el UE percibirá la señal del femtonodo como una interferencia que bloquea parcialmente la señal deseada procedente de la capa de macrocélula.

50 2. Cuando los femtonodos no funcionan en el modo de grupo cerrado de abonados y por tanto cualquier UE puede acampar en los mismos, el área de cobertura de los femtonodos puede solaparse entre ellos, o puede solaparse con el área de cobertura de la capa de macrocélula. En el área de solapamiento, algunos canales físicos de la señal de banda ancha móvil emitidos por cada femtonodo y que están siempre presentes, por ejemplo el canal de difusión, interferirán entre sí.

55 3. Cuando los femtonodos no funcionan en el modo de grupo cerrado de abonados y por tanto cualquier UE puede acampar en los mismos, el área de cobertura de los femtonodos puede solaparse entre ellos, o puede solaparse con el área de cobertura de la capa de macrocélula. En el área de solapamiento, los canales que están dedicados para la comunicación de datos de usuario procedentes de un femtonodo deseado pueden usarse simultáneamente por otro femtonodo no deseado. En UMTS esto significa que un código de canalización usado por un femtonodo para comunicar datos a un equipo UE también se usa por un femtonodo del entorno. En LTE esto significa que el UE notificará el estado del uso de la interfaz de radio por medio de un indicador de calidad de canal (CQI), y que el planificador de asignación de recursos de radio en el femtonodo que le da servicio intentará afrontar la interferencia de un femtonodo no deseado, pero no siempre podrá lograrlo.

60 Estos escenarios de interferencia siempre son el resultado de dos limitaciones fundamentales de los femtonodos

actuales:

1. Los femtonodos no pueden comunicarse entre sí o con las macrocélulas, para coordinar el uso que hace del recurso de radio.
2. La potencia de salida de los femtonodos, que es suficiente para cubrir un área doméstica o de oficina, es lo bastante alta para proporcionar un área de cobertura que se solapa con la de las macrocélulas o con otros femtonodos.

Descripción de la invención

- Es necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas encontradas en la misma, particularmente en relación con la falta de propuestas que permitan realmente evitar interferencias entre femtonodos o entre femtonodos y la capa de macrocélula.
- La presente invención se define en las reivindicaciones del sistema independientes, la reivindicación del método independiente 6 y las reivindicaciones dependientes 2-5.

Breve descripción de los dibujos

- Las anteriores y otras ventajas y características se entenderán más completamente a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a los dibujos adjuntos, que deben considerarse de una manera ilustrativa no limitativa, en los que:

- La figura 1 muestra los bloques funcionales para la generación de señales de enlace descendente de LTE convencional actual.
- La figura 2 muestra los bloques funcionales para la generación de señales de enlace ascendente de LTE convencional actual.
- La figura 3 muestra, según una realización del sistema propuesto en la invención, una única sección de procesamiento y múltiples secciones remotas para proporcionar cobertura de LTE.
- La figura 4 muestra, según una realización del sistema propuesto en la invención, la sección de procesamiento de femtonodos distribuidos de enlace descendente.
- La figura 5 muestra, según una realización del sistema propuesto en la invención, la sección de procesamiento de femtonodos distribuidos de enlace ascendente.
- La figura 6 muestra, según una realización del sistema propuesto en la invención, la sección remota completa.
- La figura 7 muestra, según una realización del sistema propuesto en la invención, la sección de procesamiento incrustada dentro de la ONT o el encaminador de ADSL.

Descripción detallada de varias realizaciones

- El objetivo de esta invención es distribuir el área de cobertura de un único femtonodo en muchas células muy pequeñas, cada una de ellas tan pequeña como una habitación individual. De esta manera las posibilidades de que el área de cobertura de un femtonodo se solape con otros femtonodos, o se solape con la capa de macrocélula, se reducen enormemente. Para ello el femtonodo se divide en dos secciones, una sección de procesamiento (1) y un conjunto de secciones remotas (2a, 2b, 2c), que están interconectadas por medio de una red de comunicaciones de baja tasa de transmisión de bits.

- La sección de procesamiento realiza todas las funcionalidades de procesamiento de datos de un femtonodo, desde la capa de control de recursos de radio (RRC, *Radio Resource Control*) hasta el correlacionador de modulación de la capa física (PHY), incluyendo el soporte de las interfaces S1 y X2 en LTE, o la interfaz Iuh en UMTS.

- Por otro lado, la sección remota realiza las funcionalidades de capa física incluidas entre el correlacionador de modulación y la antena, incluyendo desde la modulación de subportadoras hasta la transmisión y la recepción de radiofrecuencia.

- Ambas secciones pueden separarse físicamente e interconectarse por medio de alguna infraestructura de comunicaciones, como una red de comunicaciones de línea de potencia (PLC) o LAN (*Local Area Network*, red de área local) de Ethernet. Esta infraestructura de comunicaciones soporta datos digitales como es el caso de la presente propuesta.

- La división del femtonodo en dos secciones se realiza a través del correlacionador de modulación para garantizar que la tasa de transmisión de bits que va a transmitirse entre la sección de procesamiento y una sección remota es lo bastante baja, del orden de algunas decenas de Mbps para que la soporte una red PLC o LAN de Ethernet. Esto es posible gracias al hecho de que antes del correlacionador de modulación los datos se alimentan por medio de palabras de código, representadas por valores discretos que aún no se han convertido a la escala completa de los

convertidores de digital a analógico (DAC) posteriores.

Una vez realizada la correlación de modulación en la sección remota, su valores de salida, un bloque de símbolos de valor complejo, se representan entonces mediante palabras digitales con el mismo número de bits (desde 8 hasta 14) que el DAC que se usará antes de la sección de radio analógica, lo que aumenta enormemente la tasa de transmisión de bits (desde 8 hasta 14 veces) en la salida del correlacionador de modulación, pero este flujo de datos permanece confinado en el interior de la sección remota.

Esta tasa de transmisión de bits baja entre la sección de procesamiento y la sección remota es la principal diferencia con respecto a otras implementaciones que emplean alguna clase de unidades de radio remotas, tales como CPRI [7] u OBSAI [8], que normalmente requieren tasas de transmisión de bits superiores a 300 Mbps que muchas redes PLC o LAN de Ethernet no pueden soportar.

Esta invención hace posible conectar muchas secciones remotas a una única sección de procesamiento, y cada sección remota puede disponerse en una ubicación o habitación diferente para proporcionar cobertura de LTE a su alrededor, tal como se muestra en la figura 1. La potencia de salida de cada sección remota puede ajustarse individualmente y puede fijarse a valores muy bajos, del orden de -10 dBm, para proporcionar cobertura a un área muy limitada y evitar el solapamiento con la cobertura de otras secciones remotas. La cobertura limitada de cada sección remota permite reutilizar el espectro de radio en diferentes secciones remotas, aplicando así el concepto celular de radio a células muy pequeñas.

La arquitectura de la sección de procesamiento y de la sección remota son muy similares a la de un HeNB convencional. La sección de procesamiento actualiza la arquitectura MIMO de múltiples usuarios (MU-MIMO) convencional, haciendo uso de tantos flujos de datos o cargas útiles como equipos de usuario, dedicando cada flujo de datos o carga útil a una única antena y por tanto a una única sección remota. En la arquitectura MU-MIMO convencional tal como se define en la especificación 3GPP (tal como se muestra en la figura 2) son posibles dos palabras de código, que se correlacionan con hasta cuatro antenas, en una configuración de una a muchas. En esta invención el número de flujos de datos o cargas útiles no está limitado, al igual que no lo está el número de antenas (equivalente al número de secciones remotas), y hay una correspondencia de uno a uno entre un flujo de datos o carga útil y una única antena o sección remota (tal como se muestra en la figura 3), y una sección remota puede soportar más de un flujo de datos o carga útil.

A lo largo de toda esta descripción de la invención, el concepto de femtonodo puede aplicarse a un femtonodo de UMTS o HNB (Nodo B doméstico en la terminología de 3GPP), o a un femtonodo de LTE/LTE-A o HeNB (eNodo B doméstico en la terminología de 3GPP). Sin embargo, la realización preferida de la invención que se describirá en esta solicitud de patente se basará en un HeNB.

También a lo largo de toda esta invención el concepto de recurso de radio se refiere en UMTS a una combinación específica de código de aleatorización y código de canalización usada en un instante dado, y en LTE a un conjunto de subportadoras OFDM usadas en un instante dado.

Esta invención divide el femtonodo en dos secciones, una sección de procesamiento (1) y un conjunto de secciones remotas, que están interconectadas por medio de una red de comunicaciones local, por cable o inalámbrica, por ejemplo, pero sin excluir cualquier otra implementación, una red de área local de Ethernet, una red de comunicaciones de línea de potencia o un enlace inalámbrico.

Esta división se realiza para instalar unidades de transmisión de baja potencia, las secciones remotas, en las habitaciones que requieren cobertura de radio UMTS o LTE/LTE-A, estando cada sección remota dedicada a proporcionar cobertura únicamente a esa habitación individual, y manteniendo la mayoría de las funcionalidades de procesamiento del femtonodo en la sección de procesamiento.

La sección de procesamiento realiza todas las funcionalidades de procesamiento de datos de un femtonodo, desde la capa de control de recursos de radio (RRC) hasta justo antes del correlacionador de modulación de la capa física (PHY), incluyendo el soporte de las interfaces S1 y X2.

La sección de procesamiento es básicamente un femtonodo completo, del que se han eliminado los siguientes bloques:

- en la cadena de transmisión de enlace descendente (la transmisión que va desde el femtonodo hasta el UE), se han eliminado todos los bloques funcionales entre el correlacionador de modulación y la antena de transmisión.
- en la cadena de recepción de enlace ascendente (la transmisión que va desde el UE hasta el femtonodo), se han eliminado todos los bloques funcionales entre la antena de recepción y el decorrelacionador de demodulación (conversión de símbolos en bits).

Los conceptos de correlacionador de modulación y decorrelacionador de demodulación son convencionales en LTE. El correlacionador de modulación asigna grupos de bits a símbolos modulados complejos según un modo de modulación (por ejemplo QPSK, 16QAM o 64QAM), y el decorrelacionador de demodulación realiza la función opuesta.

5 La sección de procesamiento de enlace descendente emplea tantos flujos de datos o cargas útiles como equipos de usuario, dedicando cada flujo de datos o carga útil a una única antena y por tanto a una única sección remota. En esta invención el número de flujos de datos o cargas útiles no está limitado, al igual que no lo está el número de antenas (equivalente al número de secciones remotas), y cada flujo de datos o carga útil se dirige a una única
10 antena o sección remota, y más de un flujo de datos o carga útil pueden dirigirse a una sección remota (tal como se muestra en la figura 4).

En la parte de enlace descendente de la sección de procesamiento, la carga útil que va a transmitirse a los UE pasa por el proceso convencional en LTE, desde la segmentación de bloques de código, codificación de canales,
15 adaptación de la tasa de transmisión y concatenación de bloques de código. El resultado es un conjunto de palabras de código, y cada palabra de código es un conjunto de datos de usuario antes de su formateo para la transmisión de radio. En esta invención cada palabra de código está dedicada a un único UE, y por tanto las funcionalidades de precodificación y correlación de capa MU-MIMO no son necesarias. Una vez que se ha generado cada palabra de código, pasa por el proceso de aleatorización (24) de LTE convencional.

20 En una arquitectura convencional, la palabra de código aleatorizada se alimentaría al correlacionador de modulación, cuya función es correlacionar grupos de bits con símbolos modulados complejos según un esquema de modulación predefinido. En esta invención el correlacionador de modulación está ubicado en la sección remota. La salida del aleatorizador se alimenta a un bloque de correlacionador de premodulación, que añade algunos bits de información a la salida del aleatorizador, que indican:

- el tipo de modulación que tendrá que aplicarse al segmento en el correlacionador de modulación en la sección remota.
- el bloque de recursos inicial en el que se correlacionarán datos en el correlacionador de elementos de recursos
30 en la sección remota.
- el número de bloques de recursos que se reservan para el equipo de usuario previsto.

Entonces se alimenta la salida del correlacionador de premodulación a la red de comunicaciones local para transmitirse a las secciones remotas.

35 Adicionalmente, también debe enviarse otra información de control a las secciones remotas: el canal de difusión físico (PBCH), el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), el canal de multidifusión físico (PMCH), el canal indicador de formato de control físico (PCFICH), y el canal indicador de petición de repetición automática híbrida físico (PHICH). Estos canales tienen una tasa de transmisión de bits muy inferior, y por tanto la tasa de
40 transmisión de bits total viene determinada principalmente por la carga útil.

La subsección de enlace ascendente de la sección de procesamiento recibe la salida del decorrelacionador de demodulación de la sección remota, tras su transmisión a través de la red de comunicaciones local. En LTE los bits de información corresponderán a los canales PUSCH, PUCCH y PRACH, siendo PUSCH el canal con la mayor tasa de transmisión de bits y el que determina principalmente la tasa de transmisión de bits total.

50 Cada uno de los datos de cada sección remota se desaleatoriza y decodifica, y la salida de cada decodificador se alimenta a los bloques de enlace ascendente posteriores de un femtonodo convencional, tal como se muestra en la figura 5.

La sección remota incluye las funcionalidades de femtonodo restantes que no se incluyen en la sección de procesamiento. La arquitectura de la sección remota se mostró en la figura 6.

55 En el enlace descendente, incluye todas las funciones entre el correlacionador de modulación y la antena de transmisión, realizando la modulación OFDMA de LTE convencional. El correlacionador de modulación recibe la salida del correlacionador de premodulación de la sección de procesamiento, tras transmitirse a través de la red de comunicaciones local. El correlacionador de modulación correlaciona los segmentos de datos con subportadoras OFDM, aplica el esquema de modulación (por ejemplo QPSK, 16 QAM, 64 QAM), y representa los segmentos modulados por medio de símbolos complejos, cuyas partes real e imaginaria se representan por medio de palabras
60 digitales que oscilan desde 8 hasta 14 bits.

La salida del correlacionador de modulación es un flujo paralelo que se alimenta al correlacionador de elementos de recursos. El correlacionador de elementos de recursos suma todos los canales comunes que deben transmitirse desde la sección remota: el canal de sincronización primaria (P-SCH), el canal de sincronización secundaria (S-

SCH), el canal de difusión físico (PBCH), las señales de referencia (RS), el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), el canal indicador de formato de control físico (PCFICH), y el canal indicador de ARQ híbrida físico (PHICH).

5 La salida del correlacionador de elementos de recursos es un flujo paralelo que se alimenta al bloque de IFFT. La salida del bloque de IFFT es un flujo de símbolos OFDM, al que se le añaden prefijos cíclicos (CP) en el bloque de inserción de CP. La salida del bloque de inserción de CP se alimenta a un convertidor de digital a analógico (DAC o D/A), cuya salida es una señal analógica de frecuencia intermedia o de banda base. Esta señal analógica se modula en I/Q, se convierte de manera ascendente a la radiofrecuencia deseada y se emite a través de la antena de
10 transmisión.

En el enlace ascendente, la sección remota incluye todas las funciones convencionales entre la antena de recepción y el decorrelacionador de demodulación, realizando la demodulación SC-FDMA de LTE convencional. Para que las secciones remotas extraigan satisfactoriamente los datos de la señal de radio de enlace ascendente, la sección de procesamiento debe proporcionar información adicional:

- 15
- El tipo de modulación en el enlace ascendente.
 - El bloque de recursos inicial en el que se correlacionarán datos en el enlace ascendente.
 - El número de bloques de recursos reservados para el usuario en el enlace ascendente.

20 La sección de procesamiento proporcionará toda esta información de control a través de la red de comunicaciones local.

La tasa de transmisión de bits estimada entre la sección de procesamiento y una sección remota será como máximo la tasa de transmisión de bits correspondiente a un flujo codificado modulado en 64QAM y con un uso completo de
25 los recursos de radio (es decir, todos los códigos de canalización disponibles en UMTS, o 100 bloques de recursos en LTE). Dado que la tasa de transmisión de bits asociada con la otra información de control es muy inferior (PDCCH, PBCH, PMCH, PHICH, y otros canales comunes), esto da un máximo de aproximadamente 90 Mbps para LTE, excluyendo otra información de control.

30 Si se reutilizan recursos de radio, debe ser posible asignar el conjunto completo de recursos de radio a más de un usuario. En este caso, si a N usuarios se les asignan simultáneamente los mismos recursos de radio, cada uno con 100 bloques de recursos y 64QAM, la tasa de transmisión de bits total será de aproximadamente 90 x N Mbps.

35 En la práctica, la mayoría de los escenarios supondrán una tasa de transmisión de bits muy inferior, porque en general no todos los recursos de radio se reservan para un único usuario.

A continuación se presentan algunas realizaciones de la invención:

- 40
- Una sección de procesamiento y muchas secciones remotas

Esta realización de la invención se mostró en la figura 1, en la que una sección de procesamiento está conectada a muchas secciones remotas por medio de una red de comunicaciones local. Se pretende que esta realización de la invención proporcione áreas de cobertura muy pequeñas, soportadas por las secciones remotas, reduciendo la interferencia con la capa de macrocélula y con otros femtonodos, y reutilizando los mismos recursos de radio en
45 diferentes secciones remotas.

- Sección de procesamiento integrada con otras funcionalidades

50 Esta realización de la invención se mostró en la figura 7, en la que una sección de procesamiento de femtonodos distribuidos está incrustada dentro de otro equipo, normalmente, pero sin excluir cualquier otra implementación, dentro de una ONT o un módem ADSL. De esta manera, es posible tener la funcionalidad de la sección de procesamiento y la funcionalidad de la ONT o del módem, integradas dentro de un único módulo, y al mismo tiempo instalar la sección remota, o secciones remotas, en la ubicación más adecuada para proporcionar cobertura en interiores.

- 55
- Secciones remotas sin reutilización de recursos de radio

60 En esta realización de la invención todas las secciones remotas emiten la misma señal. De esta manera, la cobertura de radio del femtonodo se distribuye uniformemente a través del área a la que va a darse cobertura, evitando huecos de cobertura y también evitando áreas de alta potencia radiada que pueden interferir con el funcionamiento de la capa de macrocélula.

Puesto que todas las secciones remotas emiten la misma señal, se garantiza la movilidad de los equipos de usuario entre las áreas de cobertura de diferentes secciones remotas, ya que no se necesita ningún procedimiento de

traspaso, porque el equipo de usuario no percibe ninguna diferencia entre las señales de diferentes secciones remotas.

- Secciones remotas con reutilización de recursos de radio

5 En esta realización de la invención, las secciones remotas pueden emitir diferentes señales. De esta manera, la cobertura de radio del femtonodo se distribuye uniformemente a través del área a la que va a darse cobertura, evitando huecos de cobertura y evitando también áreas de alta potencia radiada que pueden interferir con el funcionamiento de la capa de macrocélula. Por otro lado, los recursos de radio (es decir la ocupación de un
10 fragmento dado de espectro en un momento dado) pueden reutilizarse entre diferentes secciones remotas, siempre que no haya huecos de cobertura entre las secciones remotas que hacen uso del mismo recurso de radio.

En el caso particular de LTE, las secciones remotas emitirán un conjunto de dos canales de radio diferentes:

15 1. Canales de radio que son comunes a todas las secciones remotas. Son el canal de sincronización primaria, el canal de sincronización secundaria, el canal de difusión físico, el canal de multidifusión físico, el canal indicador de formato de control físico, y el canal indicador de petición de repetición automática híbrida físico. Las secciones remotas emiten los mismos canales comunes sin diferencia entre ellos. Sin embargo, las señales de referencia de célula en cada unidad remota deben comprender diferentes conjuntos de subportadoras, según los recursos
20 reservados para cada una de ellas; por tanto cada UE podrá extraer la información de canal relevante sin interferencia de otras unidades remotas.

25 2. Un canal de radio que es específico para cada sección remota, el canal compartido de enlace descendente físico. Este canal físico transporta los datos de usuario que son específicos para cada equipo de usuario. La norma LTE divide el recurso de radio en los denominados bloques de recursos, en los que cada bloque de recursos comprende 12 subportadoras (180 KHz) durante una ranura de tiempo (0,5 ms). En esta realización de la invención, una sección remota de LTE puede usar el mismo bloque de recursos que está usándose por otra sección remota de LTE, siempre que sus áreas de cobertura no se solapen.

30 Para reutilizar un bloque de recursos en diferentes secciones remotas, la sección de procesamiento debe conocer qué sección remota está proporcionando cobertura al equipo de usuario para entregar el bloque de recursos necesario a esa sección remota. Con este fin, y sin excluir cualquier otra posible implementación, la sección de procesamiento puede hacer uso de los siguientes procedimientos:

- 35 - Forzar al equipo de usuario a enviar señales de referencia de sondeo de enlace ascendente periódicas, según se define en la especificación TS 36.211 de 3GPP [9], a intervalos de espectro y tiempo específicos. Las señales de referencia de sondeo se detectan por la sección remota que está dando servicio al equipo de usuario y se envían a la sección de procesamiento.
- 40 - Analizar los mensajes ACK/NACK de enlace ascendente del equipo de usuario, que se transportan por medio del canal de control común de enlace ascendente físico. Los mensajes ACK/NACK [10] se detectan por la sección remota que está dando servicio al equipo de usuario y se envían a la sección de procesamiento.
- Analizar los mensajes CQI (indicador de calidad de canal) de enlace ascendente [11] del equipo de usuario, que se transportan por medio del canal de control común de enlace ascendente físico. Los mensajes CQI se detectan por la sección remota que está dando servicio al equipo de usuario y se envían a la sección de procesamiento.
- 45 - Analizar las señales de referencia de demodulación de enlace ascendente del equipo de usuario, que se transportan por medio del canal de control común de enlace ascendente físico y el canal compartido de enlace ascendente físico. Las señales de referencia de demodulación se detectan por la sección remota que está dando servicio al equipo de usuario y se envían a la sección de procesamiento.

50 Para garantizar la movilidad de un equipo de usuario entre secciones remotas, la sección de procesamiento hace uso de cualquiera de los procedimientos que se han descrito para detectar la ubicación real del equipo de usuario en cualquier instante dado. Cuando el equipo de usuario se mueve del área de cobertura de una sección remota a la de otra sección remota, la sección de procesamiento detecta la sección remota a través de la cual está recibiendo la información de enlace ascendente (por ejemplo señales de referencia de sondeo, mensajes ACK/NACK, mensajes
55 CQI, señales de referencia de demodulación) desde el equipo de usuario, y así determina la sección remota que proporciona cobertura a ese equipo de usuario. Una vez que la sección de procesamiento determina qué sección remota recibe los datos de enlace ascendente del equipo de usuario, enviará en el enlace descendente a esa sección remota los bloques de recursos del canal compartido de enlace descendente físico que están dirigidos a ese equipo de usuario específico.

60 Las ventajas de esta invención son las siguientes:

Las posibilidades de que el área de cobertura del femtonodo distribuido se solape con la de otros femtonodos se reducen enormemente debido a la baja potencia emitida desde cada sección remota. Esto reduce el nivel global de

interferencia detectado por los femtonodos y por un equipo de usuario, aumentando la capacidad de la red de radio.

- 5 - Las posibilidades de que el área de cobertura del femtonodo distribuido se solape con la de la capa de macrocélula se reducen enormemente debido a la baja potencia emitida desde cada sección remota. Esto reduce el nivel global de interferencia detectado por los femtonodos y por un equipo de usuario, aumentando la capacidad de la red de radio. En particular, reduce el nivel de interferencia detectado por un equipo de usuario al que está dando servicio la macrocapa y que no está conectado a un femtonodo cercano porque no está autorizado a conectarse al mismo.
- 10 - Los recursos de radio pueden reutilizarse entre diferentes secciones remotas, ya que sus áreas de cobertura no se solapan, lo que mejora la capacidad y la eficiencia espectral del femtonodo.
- Cuando no hay ningún equipo de usuario conectado a una sección remota, esta sección remota puede emitir únicamente los canales de radio comunes y no el canal compartido de enlace descendente físico, reduciendo así el nivel de interferencia.
- 15 - La interconexión entre la sección de procesamiento y las secciones remotas puede soportarse por una red PLC o de Ethernet de bajo rendimiento, gracias a la baja tasa de transmisión de bits que requiere, a diferencia de otras soluciones como CPRI u OBSAI que requieren tasas de transmisión de bits superiores a 300 Mbps.

Un experto en la técnica podrá introducir cambios y modificaciones en las realizaciones descritas sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

20 Siglas

3GPP	<i>3rd Generation Partnership Project</i> ; proyecto de asociación de tercera generación
ACK/NACK	<i>Acknowledge / Not Acknowledge message</i> ; mensaje de acuse de recibo / no acuse de recibo
25 ADC	<i>Analog to Digital Converter</i> ; convertidor de analógico a digital
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> ; línea de abonado digital asimétrica
CP	<i>Cyclic Prefix</i> ; prefijo cíclico
CPRI	<i>Common Public Radio Interface</i> ; interfaz de radio pública común
CQI	<i>Channel Quality Indicator</i> ; indicador de calidad de canal
30 DAC	<i>Digital to Analog Converter</i> ; convertidor de digital a analógico
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i> ; transformada rápida de Fourier
HNB	<i>Home Node B</i> ; Nodo B doméstico
HeNB	<i>Home evolved Node B</i> ; Nodo B evolucionado doméstico
IFFT	<i>Inverse Fast Fourier Transform</i> ; transformada rápida de Fourier inversa
35 LTE	<i>Long Term Evolution</i> ; evolución a largo plazo
LTE-A	<i>Long Term Evolution Advanced</i> ; evolución a largo plazo avanzada
OBSAI	<i>Open Base Station Architecture Interface</i> ; interfaz de arquitectura de estación base abierta
OFDM	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i> ; multiplexación por división de frecuencia ortogonal
40 OFDMA	<i>Orthogonal Frequency Division Multiple Access</i> ; acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal
ONT	<i>Optical Network Termination</i> ; terminación de red óptica
PBCH	<i>Physical Broadcast Channel</i> ; canal de difusión físico
PCFICH	<i>Physical Control Format Indicator Channel</i> ; canal indicador de formato de control físico
PDCCH	<i>Physical Downlink Control Channel</i> ; canal de control de enlace descendente físico
45 PHICH	<i>Physical Hybrid ARQ Indicator Channel</i> ; canal indicador de ARQ híbrida físico
PLC	<i>Power Line Communications</i> ; comunicaciones de línea de potencia
PRACH	<i>Physical Random Access Channel</i> ; canal de acceso aleatorio físico
P-SCH	<i>Primary Synchronization Channel</i> ; canal de sincronización primaria
PUCCH	<i>Physical Uplink Control Channel</i> ; canal de control de enlace ascendente físico
50 PUSCH	<i>Physical Uplink Shared Channel</i> ; canal compartido de enlace ascendente físico
QAM	<i>Quadrature Amplitude Modulation</i> ; modulación de amplitud en cuadratura
QPSK	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i> ; modulación por desplazamiento de fase en cuadratura
RS	<i>Reference Signals</i> ; señales de referencia
SC-FDMA	<i>Single Carrier Frequency Division Multiple Access</i> ; acceso múltiple por división de frecuencia de una única portadora
55 S-SCH	<i>Secondary Synchronization Channel</i> ; canal de sincronización secundaria
UE	<i>User Equipment</i> ; equipo de usuario
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunication System</i> ; sistema de telecomunicación móvil universal

60 Bibliografía

[1] 3GPP TSG-RAN WG1 N.º 62bis R1-105299, Considerations on Grouping based Interference Mitigation among Co-located Femtocells

ES 2 571 949 T3

- [2] 3GPP TSG-RAN WG1 N.º 62bis R1-105693, Enabling communication in harsh interference scenarios
- [3] 3GPP TSG-RAN WG1 N.º 62bis, R1-105746, On Macro-Femto interference handling
- 5 [4] 3GPP TR 36.922 LTE TDD Home eNodeB RF Requirements
- [5] 3GPP TR23.830 Architecture aspects of Home NodeB and Home eNodeB
- 10 [6] 3GPP TS 25.367 Mobility procedures for Home Node B (HNB); Overall description; Stage 2 (Release 9)
- [7] Common Public Radio Interface (CPRI); Interface Specification v4.2
- [8] Open Base Station Architecture Initiative (OBSAI), BTS system reference document Version 2.0
- 15 [9] TS 36.211 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation. Sección 5.5.3 Sounding reference signal.
- [10] 3GPP TS 36.213, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures. 8.3 UE ACK/NACK procedure
- 20 [11] 3GPP TS 36.213, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures. 7.2UE procedure for reporting channel quality indication (CQI)

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para conectar nodos de acceso de radio de una red de acceso de radio, comprendiendo dicha red de acceso de radio una pluralidad de nodos de acceso de radio, o células, proporcionando cada una de dichas células un área de cobertura a una pluralidad de equipos de usuario, cada uno de dichos nodos de acceso de radio se divide en:
- una sección de procesamiento (1) común que realiza una fase de procesamiento principal; y
 - una pluralidad de secciones transceptoras remotas (2a, 2b, 2c), que realizan, cada una, una fase de procesamiento local que complementa dicha fase de procesamiento principal, que están operativamente conectadas a dicha sección de procesamiento común, y que constituyen una subcélula que proporciona una subárea de cobertura, en el que dicha área de cobertura se distribuye en dichas subáreas de cobertura.
- caracterizado porque:**
- dicha sección de procesamiento (1) común realiza funcionalidades de procesamiento de datos entre una capa de control de recursos de radio y el correlacionador de modulación de la capa física, comprendiendo dicha sección de procesamiento (1) común los siguientes bloques en la dirección de comunicación entre la sección de procesamiento común y la sección transceptora remota: una segmentación de bloques de código, una codificación de canales, una adaptación de la tasa de transmisión, una concatenación de bloques de código, una memoria intermedia circular, una aleatorización y un correlacionador de premodulación;
 - en el que dicho bloque de correlacionador de premodulación añade la siguiente información al flujo de datos:
 - tipo de modulación que va a aplicarse en dicha sección transceptora remota; y
 - el número de recursos de radio reservados para un equipo de usuario;
 - en el que dichos recursos de radio son bloques de recursos, y dicho bloque de correlacionador de premodulación añade además el bloque de recursos inicial en el que se correlacionarán los datos en dicha sección transceptora remota con el flujo de datos, de modo que la salida constituye una tasa de transmisión de datos inferior que la salida de un modulador modulado complejo común; y
 - en el que dicha pluralidad de secciones transceptoras remotas (2a, 2b, 2c), incluyen los siguientes bloques en la dirección de comunicación entre la sección transceptora remota y la sección de procesamiento común: una demodulación IQ, una conversión descendente, una conversión de analógico a digital, una eliminación de prefijo cíclico, un procesamiento de FFT e IFFT, un decorrelacionador de elementos de recursos y un decorrelacionador de demodulación.
2. Un sistema, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha sección de procesamiento común (1) y dichas secciones transceptoras remotas (2a, 2b, 2c) están conectadas por medio de una red de comunicaciones de baja tasa de transmisión de bits.
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha red de acceso de radio es una red de acceso de radio LTE o UMTS.
4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha sección de procesamiento común (1) hace uso de tantos flujos de datos como equipos de usuario y dedica cada flujo de datos a una de dichas secciones remotas.
5. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos nodos de acceso de radio son femtonodos.
6. Un método para conectar nodos de acceso de radio de una red de acceso de radio, comprendiendo dicha red de acceso de radio una pluralidad de nodos de acceso de radio, o células, proporcionando cada una de dichas células un área de cobertura a una pluralidad de equipos de usuario, en el que comprende dividir cada uno de dichos nodos de acceso de radio en:
- una sección de procesamiento común para realizar una fase de procesamiento principal; y
 - una pluralidad de secciones transceptoras remotas, para realizar, cada una, una fase de procesamiento local que complementa dicha fase de procesamiento principal, en el que cada una de dichas secciones transceptoras remotas constituye una subcélula que proporciona una subárea de cobertura, en el que dicha área de cobertura se distribuye en dichas subáreas de cobertura, estando el método **caracterizado por que** comprende adicionalmente:
 - realizar, mediante dicha sección de procesamiento común, funcionalidades de procesamiento de datos entre una capa de control de recursos de radio y un decorrelacionador de modulación de la capa física, comprendiendo dicha sección de procesamiento común los siguientes bloques en la dirección de comunicación entre la sección de procesamiento común y la sección transceptora remota: una segmentación de bloques de código, una codificación de canales, una adaptación de la tasa de transmisión, una concatenación de bloques de código, una memoria intermedia circular, una aleatorización y un correlacionador de premodulación;

- añadir, dicho bloque de correlacionador de premodulación, la siguiente información al flujo de datos:

- tipo de modulación que va a aplicarse en dicha sección transceptora remota; y
- el número de recursos de radio reservados para un equipo de usuario;

5

- añadir además, dicho bloque de correlacionador de premodulación el bloque de recursos inicial donde se correlacionarán los datos en dicha sección transceptora remota al flujo de datos, de modo que la salida constituye una tasa de transmisión de datos inferior que la salida de un modulador modulado complejo común; y

10

- obtener una tasa de transmisión de datos inferior después de un proceso de conversión descendente que la salida de una conversión de analógico a digital común de un decorrelacionador de demodulación, siendo dicho decorrelacionador de demodulación uno de los bloques incluidos en la dirección de comunicación entre la sección transceptora remota y la sección de procesamiento común de dicha pluralidad de secciones transceptoras remotas.

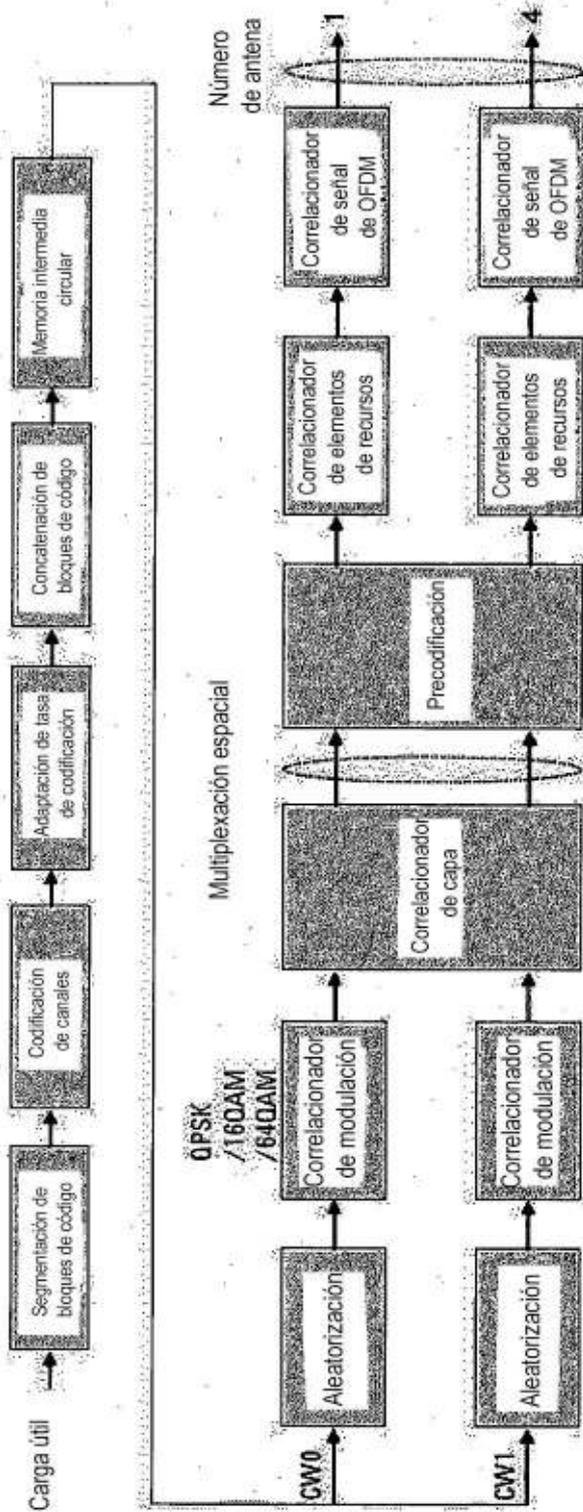


Figura 1

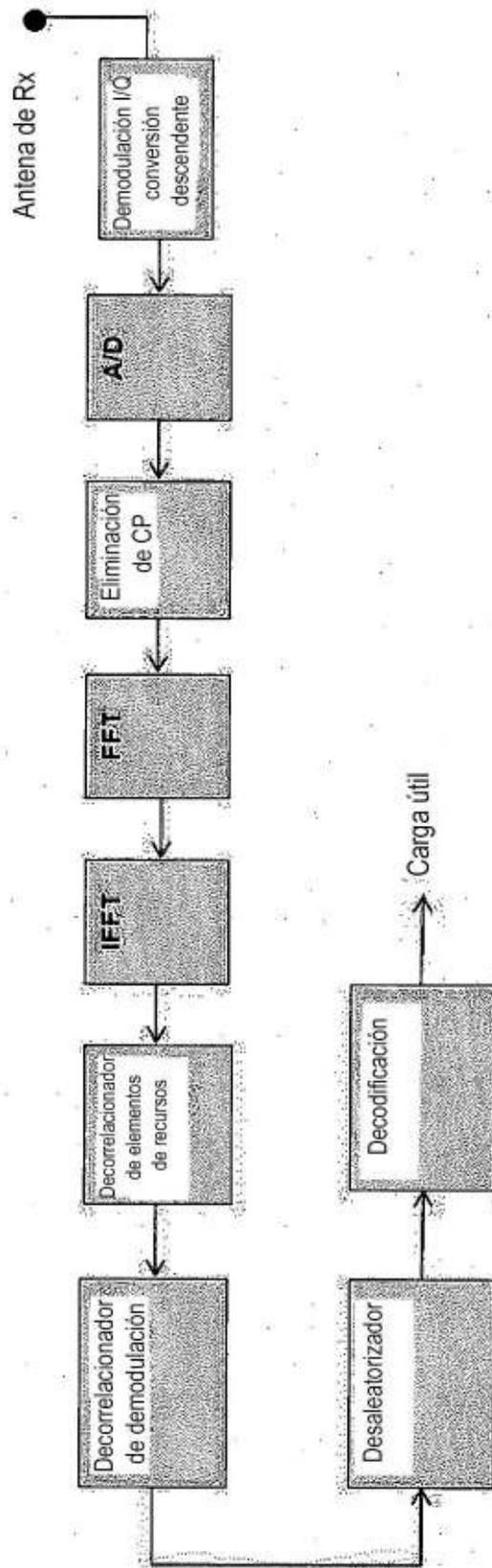


Figura 2

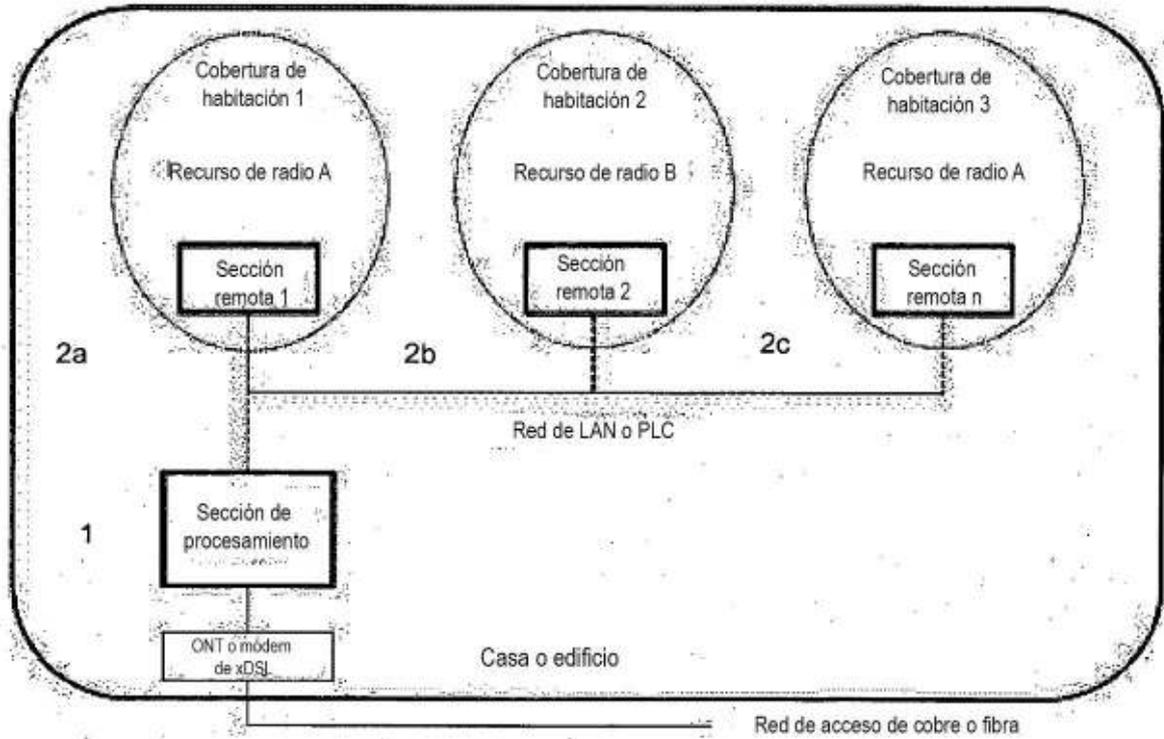


Figura 3

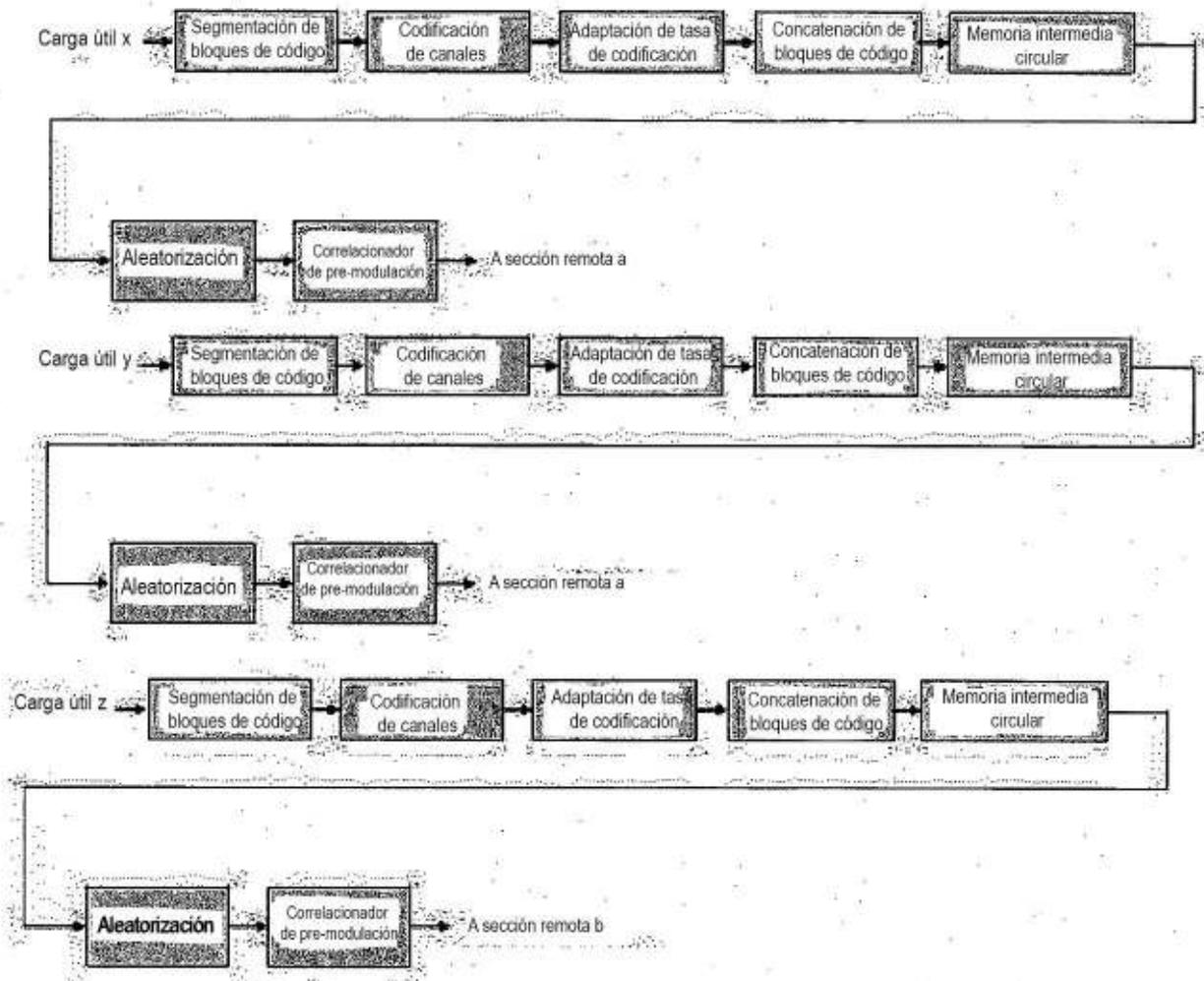


Figura 4

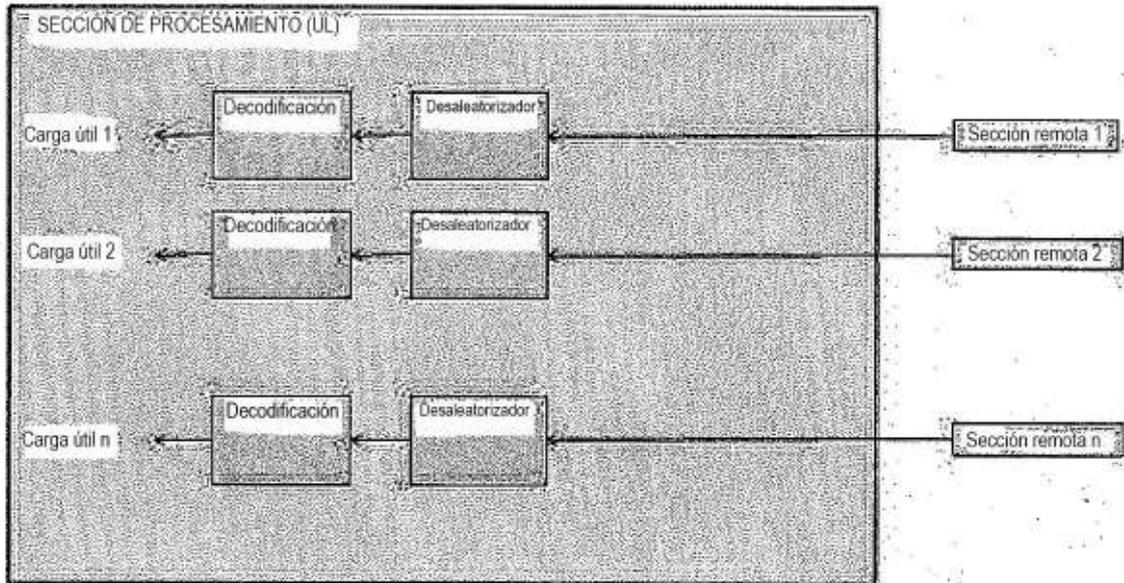


Figura 5

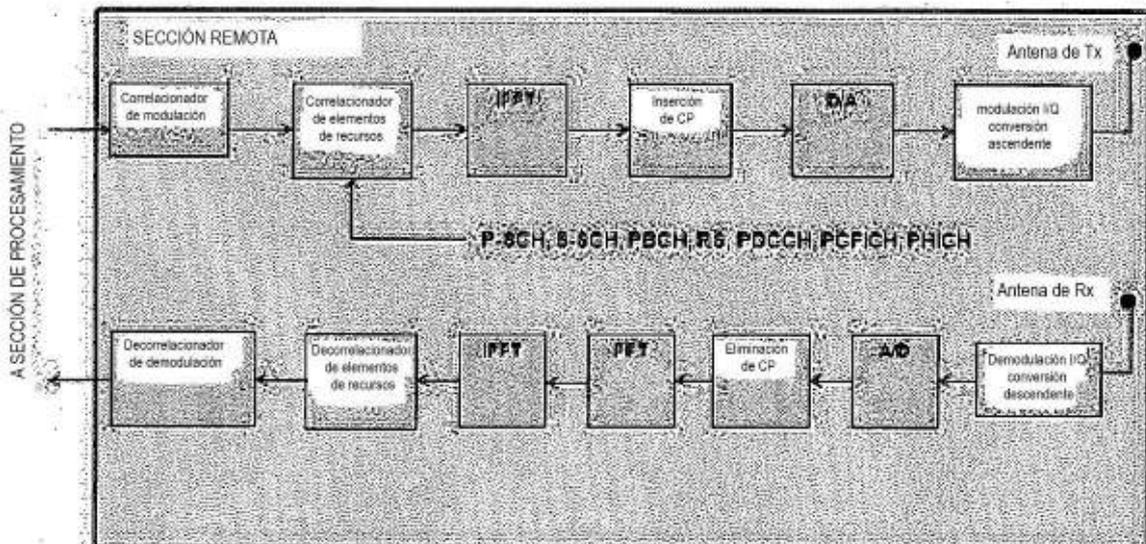


Figura 6

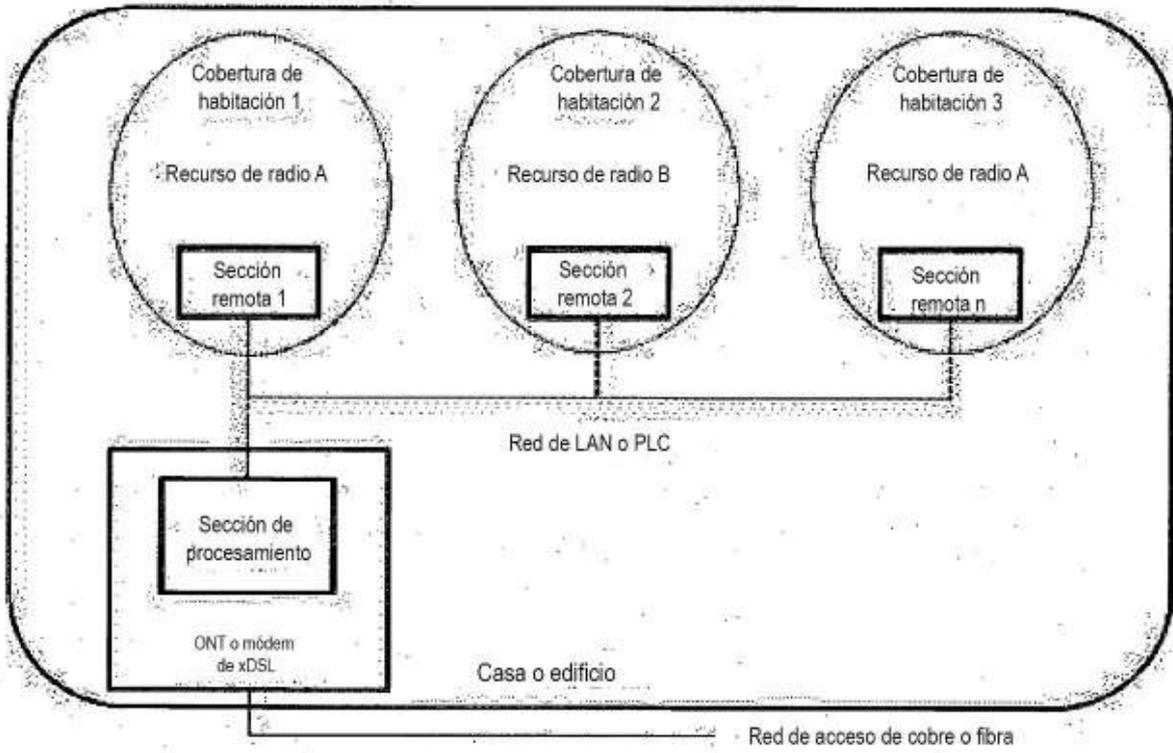


Figura 7