

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 307**

51 Int. Cl.:
H04W 72/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07858651 .8**
96 Fecha de presentación: **23.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2090131**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.08.2009**

54 Título: **Gestión de los recursos de transmisión en una red de comunicación celular**

30 Prioridad:
25.10.2006 FR 0609389

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.05.2012

73 Titular/es:
**FRANCE TELECOM
6 PLACE D'ALLERAY
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
PHAN HUY, Dinh Thuy

74 Agente/Representante:
Linage González, Rafael

ES 2 381 307 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Gestión de los recursos de transmisión en una red de comunicación celular

5 1. **Ámbito de la invención**

El ámbito de la invención es el de las comunicaciones digitales, y concretamente de las radiocomunicaciones.

10 Más precisamente, la invención se refiere a la transmisión de señales que ejecutan una modulación de tipo OFDM (en inglés "orthogonal frequency division multiplexing", en español "multiplexado por distribución ortogonal de la frecuencia"), en particular en el marco de sistemas de acceso múltiples que utilizan una tecnología de acceso de tipo OFDMA (en inglés "orthogonal frequency division multiplexing access").

15 Aún más precisamente, la invención se refiere a la gestión de los recursos de transmisión en una red de comunicación celular para comunicaciones en vía ascendente, es decir, desde un terminal de radiocomunicación hacia una estación de base.

Se entiende concretamente por terminal un aparato móvil del tipo radioteléfono, PDA (en inglés "Personal Digital Assistant", en español "asistente digital personal"), ordenador portátil, etc.

20 2. **Arte previo**

En aras de la claridad, se define a continuación en relación con la figura 1 la terminología utilizada en el transcurso de la descripción, y concretamente el concepto de "unidades de recurso" en una trama OFDM.

25 Más precisamente, el eje horizontal 11 define los índices temporales de los símbolos OFDM (tiempo de símbolo), y el eje vertical 12 define los índices frecuenciales de los símbolos OFDM (subportadoras). Un símbolo de tiempo-frecuencia corresponde pues a un tiempo de símbolo dado 11_i para una subportadora dada 12_i , y una unidad de recurso 13 corresponde a un conjunto de símbolos de tiempo-frecuencia.

30 Así pues, la figura 1 ilustra una representación de las unidades de recurso (también denominadas "URs") en una trama de tiempo-frecuencia OFDM, estando localizadas en frecuencia estas unidades de recurso, es decir utilizan subportadoras adyacentes. En efecto, se recuerda que las URs pueden estar repartidas o localizadas en frecuencia, y utilizar toda una trama en tiempo o no.

35 Más precisamente, se considera una red móvil de tipo OFDM (por ejemplo una red WIMAX ("Worldwide Inter-Operability for Microwave Access"), para la cual se predefinió un reparto de tiempo-frecuencia en unidades de recurso separadas. Una red de este tipo se presenta concretamente en el documento "Part16: Air Interface For Fixed Broadband Wireless Access Systems", IEEE Computer Society, octubre de 2004, y corresponde a un sistema de comunicación de corta duración basado en una capa física OFDM tal como se describe en el documento "Physical layer aspects for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA)", 3GPP Technical Specification Group Radio Access Network (R7), 3GPP TR25814 v7.0.0 (junio de 2006).

45 Se considera también una red celular que comprende al menos una estación de base y varios terminales móviles asociados a la o las estaciones de base, teniendo cada uno de estos terminales una potencia de transmisión limitada y pretendiendo varios de estos terminales transmitir datos en el mismo momento.

Las técnicas actuales de asignación de los recursos pretenden optimizar las transmisiones de datos en vía ascendente jugando con los siguientes parámetros:

- 50
- el número de unidades de recurso,
 - el tipo de modulación y de codificación (también denominado MCS, por "Modulation and Coding scheme"),
 - 55 - la posición de las URs en la trama de tiempo-frecuencia,
 - la potencia de transmisión asignada a las URs;

con el fin de maximizar la capacidad celular del sistema.

60 Clásicamente, estas técnicas del arte previo se basan en la división entre los distintos terminales de la red (también llamados móviles) del recurso en tiempo y en frecuencia. Así pues, los móviles suben regularmente, a la estación de base que se les asocia, información relativa a la calidad de su canal de propagación y sus necesidades de caudal. Una estación de base también puede hacer ella misma mediciones de calidad de radio sobre el vínculo ascendente, y utilizar el conjunto de informaciones anteriores para elegir el número, la posición y la potencia de transmisión de las unidades de recurso en la trama de tiempo-frecuencia. La estación de base deduce a continuación los esquemas

de transporte asociados a cada móvil, en función del tipo de modulación y de codificación (MCS) elegido, es decir, siguiendo el principio de adaptación de modulación y de codificación (en inglés "link adaptation").

5 Regularmente, la estación de base transmite a los móviles presentes en la célula que gestiona su elección para los parámetros de transmisión. Los móviles pueden entonces transmitir datos respetando la asignación fijada por la estación de base de la que dependen.

10 Más precisamente, se considera que existe una lista de formatos de transporte soportados por móvil, es decir, que se pueden transmitir por un móvil, definiendo un formato de transporte como la combinación de un tipo de modulación y de un tasa de codificación (MCS) con un número fijo de unidades de recurso, al cual corresponde pues un número de bits de información (tras descodificación). Tal lista de formatos de transporte soportados por un móvil se llama también lista autorizada.

15 Considerando una lista de formatos de transporte soportados por un móvil, y una elección del tamaño de la banda de frecuencia utilizada por el móvil, es así posible determinar una sub-lista de formatos de transporte que el móvil puede utilizar.

20 A continuación, el móvil selecciona entre esta sub-lista un formato de transporte que permite transmitir un máximo de datos con una calidad diana dada ("link adaptation").

Se describe más precisamente en relación con la figura 2 una técnica de selección de un formato de transporte para asignar los recursos de tiempo-frecuencia, tal como se propone en el documento "System Analysis for UL SIMO SC-FDMA" (3GPP TSG-RAN WG1#45/R1-061525, Shanghai, China, 8-12 de mayo de 2006, Qualcomm Europe).

25 Se considera para ello una estación de base que gestiona una pluralidad de móviles (M móviles). Se denomina B la banda total del sistema OFDM, y N_s el número de subportadoras asociadas.

Según esta técnica, la banda de frecuencia B_i utilizable por un móvil i se fija y se define mediante:

30
$$B_i = \frac{P_{max}}{PSD/CL}, \text{ siendo:}$$

- P_{max} la potencia máxima de transmisión disponible para el móvil en cuestión,

35 - PSD la densidad espectral de potencia diana del móvil a la recepción, y

- CL una variable que tiene en cuenta las pérdidas de propagación y la ganancia de antenas entre la estación de base y el móvil.

40 Para cada móvil i, la sub-lista que se le asocia se compone a partir de la lista de formatos de transporte soportados por el móvil, sólo guardando los formatos de transporte para los cuales la banda de frecuencia ocupada es igual a B_i.

Se desprende que para una densidad espectral en recepción diana dada, la banda total utilizada es muy grande (la más elevada posible) y el número de móviles que transmiten simultáneamente es el más bajo posible.

45 Es decir, cada móvil M₁, M₂, ..., M_N dispone de un número de subportadoras máximo (por ejemplo Δ_{max} lo más grande posible para el móvil M₁), para una densidad espectral de potencia diana dada. Así pues, si se consideran M móviles presentes en una célula gestionada por la estación de base, solamente N móviles podrán transmitir simultáneamente datos según esta técnica, siendo N inferior o igual a M, y N relativamente bajo.

50 Además, el número de subportadoras N_o ocupadas para la transmisión será elevado.

55 Se constata así que para un móvil dado, la sub-lista así constituida conduce a una utilización de una gran parte de la banda de frecuencia total del sistema de transmisión, y a un número escaso de móviles que transmiten simultáneamente. Las técnicas del arte previo pretenden pues ocupar el conjunto de la banda de frecuencia disponible para las transmisiones en la trama de tiempo-frecuencia OFDM.

60 Otras técnicas de elección del tamaño de la banda de frecuencia utilizada por los móviles de la red fueron previstas también por Yoon y otros ("Exploiting channel statistics to improve the average sum rate in OFDMA systems", Vehicular Technology Conference, primavera de 2005, IEEE 61, del 30 de mayo - 1 de junio de 2005, volumen 2, páginas 1053 - 1057) y Sternad y otros ("Channel estimation and prediction for adaptive OFDMA/TDMA uplinks, based on overlapping pilots", Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2005, Proceedings, IEEE International Conference on, Volumen 3, 18-23 de marzo de 2005, páginas iii/861 - iii/864).

Según estas dos técnicas, la banda utilizable por un móvil de la red es fija y respectivamente igual a B/N (dónde N

es un número fijado arbitrariamente y común a todos los móviles, a menudo bajo), y B. Se desprende que la banda total de frecuencia utilizada es B, y el número de móviles transmitiendo simultáneamente es respectivamente igual a N, o 1.

5 Según estas distintas técnicas del arte previo, la selección del formato de transporte asociado a un móvil de la red consiste a continuación en seleccionar el formato de transporte que permite transmitir el máximo de datos que deben transmitirse para una calidad diana dada, en función de las condiciones de radio y los datos que deben transmitirse, según el principio clásico de adaptación de vínculo.

10 Sin embargo, estas técnicas del arte previo generan dos principales inconvenientes, a saber una amplia interferencia celular y una explotación poco eficaz de la capacidad de transmisión de los móviles.

En efecto, el hecho de utilizar una amplia parte de la banda total del sistema de transmisión genera una interferencia de radio intercelular máxima, lo que limita la capacidad celular de la red en cuestión.

15 Por otra parte, el hecho de desplegar la potencia de transmisión de un móvil en el ámbito frecuencial sobre una amplia banda tiene como consecuencia que muy pocos móviles pueden transmitir datos al mismo tiempo. Se desprende que no se explota la capacidad máxima de transmisión de todos los móviles.

20 3. Exposición de la invención

El problema de la invención consiste pues en proponer una solución que permita aumentar la capacidad celular de una red de comunicación celular en forma de procedimiento de gestión de los recursos de transmisión en una red de comunicación celular que incluye una pluralidad de células asociadas cada una a una estación de base, incluyendo la red al menos dos terminales de radiocomunicación, estando asociada a cada uno de los terminales una lista de formatos de transporte disponibles, llamada lista autorizada.

Según la invención, tal procedimiento incluye una etapa de optimización de los recursos en frecuencia utilizados por los terminales presentes en la red, incluyendo sub-etapas de:

30 - selección de un formato de transporte específico para cada uno de los terminales entre una lista reducida de formatos de transporte, determinándose una lista reducida para cada uno de los terminales, y extracción de la lista autorizada asociada al terminal, y

35 - afectación de una banda de frecuencia a cada uno de los terminales, dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.

Así pues, la invención se basa en un enfoque nuevo e inventivo de la asignación de recursos para las comunicaciones concretamente en vía ascendente, que permite aumentar la capacidad celular de la red de manera simple y eficaz.

Más precisamente, mientras que, según el arte previo, el tamaño de la banda de frecuencia se fijaba previamente y se utilizaba en su totalidad, lo que generaba problemas de interferencia celular, se pretende según la invención optimizar la banda de frecuencia utilizada.

45 Para ello, la invención propone optimizar los recursos en frecuencia utilizados, creando una lista reducida de formatos de transporte específica para cada uno de los terminales de la red, optimizándose en frecuencia cada lista reducida.

50 Así pues, la invención permite disminuir la anchura de la banda de frecuencia en la cual se crean las interferencias intercelulares, explotando al mismo tiempo al máximo la banda utilizada por cada terminal para transmitir un máximo de informaciones útiles o datos.

Conjuntamente, la invención permite utilizar la capacidad de transmisión de un número máximo de móviles, es decir, permitir que un máximo de móviles de la red transmitan simultáneamente a potencia máxima.

Según un modo de realización particular de la invención, una lista reducida asociada a un terminal se determina seleccionando de la lista autorizada que corresponde al terminal al menos un formato de transporte en función de un criterio que optimiza la eficacia espectral y la cantidad de información que transporta dicho formato de transporte.

60 Se entiende aquí por eficacia espectral el cociente entre el número de bites de información codificados y el número de símbolos de tiempo-frecuencia ocupados.

65 Así pues, la técnica propuesta permite optimizar el número de unidades de recurso que deben utilizarse, y en consecuencia el tamaño de la banda de frecuencia asociada, para un terminal dado y para un número dado de bites de información que deben transmitirse.

Dicho de otro modo, se pretende construir una lista reducida optimizada en frecuencia, es decir, que permita utilizar la menor cantidad posible de recursos en frecuencia.

5 En particular, el procedimiento de gestión según la invención ejecuta el algoritmo siguiente, para cada terminal de la red:

- inicialización de una lista reducida vacía;

10 - exploración de la lista autorizada de formatos de transporte disponibles asociada al terminal, y para cada formato de transporte:

• si existe en la lista autorizada un formato de transporte que transporta un número de bites de información codificados inferior o igual al número de bites de información codificados transportados por dicho formato de transporte y que tiene una eficacia espectral superior a la de dicho formato de transporte,

15 • entonces, paso al siguiente formato de transporte en dicha lista autorizada,

• si no, adición de dicho formato de transporte a dicha lista reducida, y paso al siguiente formato de transporte en dicha lista autorizada.

Así pues, para cada terminal de la red, se crea, a partir de una lista autorizada de formatos de transporte disponibles asociada al terminal, una lista reducida que comprende solamente formatos de transporte óptimos en términos de uso de la banda de frecuencia, para un número dado de bites de información.

25 Según una característica particular de la invención, la lista reducida se determina y se memoriza en un equipamiento de la red.

Según otra variante, la lista reducida se determina dinámicamente en un equipamiento de la red.

30 Se considera concretamente que un equipamiento de la red puede ser una estación de base, un terminal, un nodo intermedio de red, etc.

35 En particular, la lista reducida puede transmitirse a un equipamiento de la red que ejecuta la sub-etapa de selección de un formato de transporte asociado al mencionado terminal.

40 En efecto, hay que apreciar que las distintas etapas se pueden ejecutar en lugares distintos de la red: por ejemplo la lista reducida asociada a un terminal puede determinarse a nivel de este terminal, mientras que la selección del formato de transporte específico para este terminal entre la lista reducida se puede ejecutar a nivel de la estación de base que gestiona este terminal. Es pues necesario transmitir esta lista reducida a la estación de base, para que pueda ejecutar la sub-etapa de selección.

45 En particular, la lista reducida puede transmitirse (por ejemplo del terminal hacia la estación de base) en forma de señalización.

La invención se ejecuta por ejemplo en una red de tipo OFDMA, concretamente para la gestión de los recursos en frecuencia para conexiones en vía ascendente.

50 Según otro aspecto de la invención, al menos una de las células de la red incluye al menos dos terminales, y la etapa de optimización optimiza los recursos en frecuencia utilizados por los terminales presentes en dicha célula.

55 Así pues, la invención permite a la vez optimizar la banda de frecuencia utilizada por los terminales y explotar al máximo su capacidad de transmisión, tanto si todos los terminales están presentes en una misma célula de la red celular como si están en células distintas de la misma red.

Dicho de otro modo, si varios terminales están presentes en una misma célula, el procedimiento de gestión se ejecuta a nivel de la célula, lo que permite una optimización de los recursos en frecuencia en la propia célula.

60 Además, si varios terminales están localizados en distintas células de la red, el procedimiento de gestión de los recursos de transmisión se implementa en cada una de estas células, conduciendo a una optimización de los recursos en frecuencia en cada célula, y en consecuencia a una optimización global de los recursos en frecuencia de la red.

65 Así pues, no es necesario según la invención disponer de una entidad superior que permita gestionar las distintas células de la red, implementándose la técnica de gestión de los recursos según la invención de manera repartida en cada una de las células.

La invención se refiere también según otro aspecto a un equipamiento de la red (por ejemplo un terminal, una estación de base, un nodo intermedio...) que ejecuta al menos en parte el procedimiento de gestión según la invención.

5 Por ejemplo, la invención se refiere a un terminal de radiocomunicación destinado a ejecutarse en una red de comunicación celular que incluye una pluralidad de células asociadas cada una a una estación de base, estando asociada al terminal una lista de formatos de transporte disponibles, llamada lista autorizada.

10 Según la invención, tal terminal incluye medios de optimización de los recursos en frecuencia que utiliza, que incluyen:

- medios de selección de un formato de transporte específico para dicho terminal entre una lista reducida de formatos de transporte, extrayéndose la lista reducida de la lista autorizada asociada al mencionado terminal, y

15 - medios de afectación de una banda de frecuencia al mencionado terminal, dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.

20 Tal terminal está adaptado concretamente para ejecutar al menos en parte el procedimiento de gestión tal como se describe anteriormente.

Se trata por ejemplo de un terminal de tipo radioteléfono, ordenador portátil, asistente personal de tipo PDA (en inglés "Personal Digital Assistant"), etc.

25 Según otro ejemplo, la invención se refiere a una estación de base destinada a ejecutarse en una red de comunicación celular que incluye una pluralidad de células, incluyendo la red al menos dos terminales de radiocomunicación, estando asociada a cada uno de los terminales una lista de formatos de transporte disponibles, llamada lista autorizada.

30 Según la invención, tal estación de base incluye medios de optimización de los recursos en frecuencia utilizados por los terminales presentes en dicha red, que incluyen:

- medios de selección de un formato de transporte específico para cada uno de dichos terminales, entre una lista reducida de formatos de transporte, determinándose una lista reducida para cada uno de dichos terminales, y extracción de la lista autorizada asociada al mencionado terminal, y

35 - medios de afectación de una banda de frecuencia al menos a uno de dichos terminales, dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.

40 Tal estación de base también está adaptada para ejecutar al menos en parte el procedimiento de gestión tal como se describe anteriormente.

En particular, hay que apreciar que estos medios se pueden distribuir en distintos equipamientos de la red. Por ejemplo, un terminal puede incluir medios de determinación de una lista reducida que se le asocia, y medios de transmisión de esta lista reducida a otro equipamiento de la red, por ejemplo una estación de base. La estación de base puede por su parte incluir medios de selección de un formato de transporte entre la lista reducida asociada al terminal, y medios de afectación de una banda de frecuencia al mencionado terminal.

45 Por supuesto, también es concebible que sea la estación de base (u otro equipamiento de la red) la que determine la lista reducida asociada a un terminal, le transmita esta lista reducida, que luego el terminal seleccione un formato de transporte entre esta lista reducida, indique esta selección a la estación de base, y que finalmente la estación de base afecte a este terminal una banda de frecuencia dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.

50 Finalmente, otro aspecto de la invención se refiere a un producto de programa de ordenador telecargable desde una red de comunicación y/o registrado en un soporte legible por ordenador y/o ejecutable por un procesador, que incluye instrucciones de código de programa para la ejecución de al menos algunas etapas del procedimiento de gestión descrito anteriormente.

60 4. Lista de figuras

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente a la lectura de la descripción siguiente de un modo de realización particular, dado como simple ejemplo ilustrativo y no limitativo, y de los dibujos adjuntos, entre los cuales:

65 - la figura 1, discutida en relación con el arte previo, ilustra una representación de unidades de recurso en una trama

de tiempo-frecuencia OFDM;

- la figura 2, también discutida en relación con el arte previo, representa la distribución de recursos entre distintos terminales, en una trama de tiempo-frecuencia OFDM, según el arte previo;

5 - la figura 3 representa la distribución de recursos entre distintos terminales, en una trama de tiempo-frecuencia OFDM, según un modo de realización de la invención;

10 - la figura 4 ilustra una red celular que incluye varios terminales, que ejecuta el procedimiento de gestión según la figura 3;

- la figura 5 presenta un algoritmo de determinación de una lista reducida según la invención;

15 - la figura 6 ilustra un ejemplo de listas reducidas obtenidas al utilizar el algoritmo de la figura 5:

- la figura 7 presenta la estructura de un dispositivo que ejecuta una técnica de gestión de recursos de transmisión según un modo de realización particular de la invención.

20 5. Descripción de un modo de realización de la invención

20 5.1 Principio general

25 El principio general de la invención se basa en la determinación, para cada terminal de una misma red celular, de una lista reducida de formatos de transporte soportados por el terminal, y en la selección de un formato de transporte entre esta lista reducida que el terminal puede utilizar para las comunicaciones con la estación de base que lo gestiona. La utilización de esta lista reducida según la invención conduce a una optimización de los recursos en frecuencia utilizados por el conjunto de los terminales de la red.

30 Más precisamente, la selección de un formato de transporte entre una lista reducida determinada, para los distintos terminales de la red, permite disminuir la banda de frecuencia en la que se crean las interferencias intercelulares, explotando al mismo tiempo lo mejor posible la banda utilizada para transmitir un máximo de datos. Además, la técnica propuesta permite que un máximo de terminales de la red transmitan datos simultáneamente, cada uno a su potencia máxima.

35 5.2 Ejemplo de realización

Se presenta en adelante, en relación con las figuras 3 y 4, un ejemplo de realización de la invención.

40 Se considera para ello una red de comunicación celular 41 que comprende tres células 42₁, 42₂ y 42₃, asociadas cada una a una estación de base, respectivamente 43₁, 43₂ y 43₃. Según este ejemplo, los terminales M₁, M₂ y M₃, gestionados por la primera estación de base 43₁, están localizados en la primera célula 42₁. El terminal M₄, gestionado por la segunda estación de base 43₂, está localizado en la segunda célula 42₂. Por último, el terminal M₅, gestionado por la tercera estación de base 43₃, está localizado en la tercera célula 42₃.

45 Por supuesto, la invención se aplica también a redes que incluyen un número mayor de células y/o de terminales.

Se supone por otra parte que una lista autorizada de formatos de transporte disponibles, es decir, de formatos de transporte soportados por un terminal, está asociada a cada uno de los terminales M₁ a M₅.

50 Se pretende según este modo de realización particular de la invención optimizar los recursos en frecuencia utilizados por los terminales presentes en la red, para gestionar los recursos de transmisión de la red.

55 Para ello, según este modo de realización particular de la invención, se determina para cada uno de los terminales M₁ a M₅ una lista reducida distinta optimizada en frecuencia.

Más precisamente, para un terminal dado, por ejemplo el terminal M₂, una lista reducida de los formatos de transporte, óptimos en términos de uso de la banda de frecuencia para un número de bites de información dado, se determina a partir de la lista autorizada asociada al terminal M₂.

60 Esta lista reducida puede determinarse para al menos algunos de los terminales, y memorizarse en un equipamiento de la red 41, por ejemplo a nivel de la primera estación de base 43₁ o del terminal M₂, para la lista reducida asociada al terminal M₂, o incluso a nivel de un nodo intermedio de la red.

65 Esta lista reducida puede también determinarse de manera dinámica para al menos algunos de los terminales de la red 41, por ejemplo a nivel de la primera estación de base 43₁ o del terminal M₂, para la lista reducida asociada al terminal M₂, o incluso a nivel de un nodo intermedio de la red.

Esta lista reducida se comunica a continuación al equipamiento de la red 41 que ejecuta la selección de un formato de transporte específico para el terminal, entre la lista reducida. Esta lista reducida puede transmitirse concretamente en forma de señalización.

5 Por ejemplo, si se considera que el terminal M_2 incluye una memoria que almacena la lista reducida que se le asocia, pero que es la estación de base 43₁ la que ejecuta la etapa de selección del formato de transporte para este terminal, el terminal M_2 debe transmitir a la estación de base 43₁ esta lista reducida.

10 En particular, si la determinación de la lista reducida y la selección de un formato de transporte entre esta lista reducida se ejecutan en el mismo equipamiento, no es necesario transmitir la lista reducida a otro equipamiento de la red.

15 Finalmente, se selecciona un formato de transporte para cada uno de los terminales, en función de las condiciones de radio y el número de bites que deben transmitirse. Se afecta así a cada uno de los terminales una banda de frecuencia dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.

Por ejemplo, la selección de un formato de transporte optimizado entre una lista reducida incluye las siguientes etapas:

20 - Determinación de las relaciones señales a interferentes (SIR) para cada formato de transporte de la lista reducida.

- Determinación de SIR alcanzables para cada formato de transporte de la lista reducida. Se llama "SIR alcanzable" a la SIR que se alcanzaría si la potencia de transmisión máxima disponible para un terminal se asignara a las unidades de recurso del formato de transporte en cuestión. Este concepto se define concretamente en el documento "Feasibility Study for Enhanced Uplink for UTRA FDD; (R6)", 3GPP TR25896-600, marzo de 2004, que presenta una técnica basada en el control de potencia de canales de control y una medición de la potencia disponible a la emisión.

30 - Denominando N_t al número de bites que el terminal debe transmitir, selección en la lista reducida del formato de transporte que permite transmitir N_t bites, o un máximo de bites entre los N_t , y que tiene una SIR alcanzable superior a la SIR diana.

35 - Determinación de la potencia de transmisión necesaria para alcanzar la SIR diana del formato de transporte seleccionado.

Se determinan así, para cada terminal, un formato de transporte optimizado y una potencia de transmisión necesaria.

40 En particular, se considera que esta etapa de selección del formato de transporte mejor adaptado, y de la potencia de transmisión del terminal, se efectúa en un equipamiento de la red, y más precisamente en el terminal y/o la estación de base. Si esta selección se efectúa en el terminal, éste deberá transmitir el resultado de esta etapa a la estación de base que lo gestiona (es decir, el formato de transporte seleccionado), para que la estación de base pueda elegir las posiciones de las unidades de recurso de cada terminal de la red en la trama OFDM.

45 Así pues, se supone que la lista reducida de formatos de transporte determinada anteriormente está disponible en un equipamiento de la red, y que, para cada formato de transporte, la SIR diana ha sido definida o es calculable por este equipamiento, y la SIR alcanzable puede ser determinada por este equipamiento.

50 El equipamiento selecciona entonces, entre la lista reducida, el formato de transporte que permite transmitir las informaciones útiles (datos a transmitir) o un máximo de estos datos, y para el cual la SIR alcanzable es superior al valor diana de la SIR. Si no existe tal formato de transporte, el equipamiento decide no transmitir datos o transmitir con el formato de transporte cuya SIR es la más elevada. Finalmente, el equipamiento elige la potencia de transmisión mínima necesaria para alcanzar la SIR diana del formato de transporte seleccionado.

55 Así pues, la figura 3 representa la distribución de los recursos entre distintos terminales M_1 a M_N , en una trama de tiempo-frecuencia OFDM.

60 Considerando una red que gestiona una pluralidad de móviles (M móviles), y denominando B a la banda total del sistema OFDM y N_s al número de subportadoras asociadas, se constata según este modo de realización particular de la invención que la banda de frecuencia B_i utilizable por un móvil i está optimizada. Cada móvil M_1, M_2, \dots, M_N utiliza pues un número de subportadoras optimizado (Δ_{opt} para el móvil M_1).

65 Se desprende que para un móvil dado, y para un número dado de bites de información que deben transmitirse, la técnica propuesta permite optimizar el número de unidades de recurso que debe utilizarse en la trama de tiempo-frecuencia, y en consecuencia optimizar el tamaño de la banda asociada (disminuyéndolo con relación a las técnicas del arte previo).

Así pues, si se consideran M móviles presentes en una red, N móviles podrán transmitir simultáneamente datos según esta técnica, siendo N inferior o igual a M , y N elevado (bastante cercano a M).

- 5 Además, el número de subportadoras N_0 ocupadas para la transmisión es escaso, en comparación con las técnicas del arte previo.

5.3 Determinación de una lista reducida

- 10 Se describe en adelante, en relación con la figura 5, un ejemplo de algoritmo de determinación de una lista reducida, para un terminal dado.

Más precisamente, se recuerda que la lista reducida se extrae de una lista de formatos de transporte disponibles asociada al terminal en cuestión, llamada lista autorizada. Esta lista reducida se determina seleccionando en la lista autorizada al menos un formato de transporte en función de un criterio que optimiza la eficacia espectral y la cantidad de información que transporta.

20 Según el algoritmo propuesto, se incluye un formato de transporte en la lista reducida si y solamente si no existe, en la lista autorizada de los formatos de transporte soportados por el terminal en cuestión, otros formatos de transporte que permitan transmitir una cantidad de información idéntica o inferior con un tipo de modulación y de codificación (MCS) que tenga una eficacia espectral mayor. Se recuerda que se define aquí la eficacia espectral como el cociente entre el número de bits de información codificados transportados por el formato de transporte y el número de símbolos de tiempo-frecuencia ocupados.

25 En particular, se considera para un terminal M_1 :

- X el número de formatos de transporte soportados por el terminal M_1 , que forman la lista autorizada asociada al terminal M_1 ;

30 - para cada formato de transporte j de 1 a X :

• $eff(j)$ la eficacia espectral del formato de transporte j ;

35 • $n(j)$ el número de bits de información codificados transportados por el formato de transporte j ;

- L la lista autorizada de formatos de transporte: $L = \{1, \dots, X\}$; y

- S la lista reducida de formatos de transporte óptimos asociada al terminal M_1 .

40 En relación con la figura 5, en el transcurso de una primera etapa 51, se inicializa una lista reducida S vacía, tal que:

$$S = \{k \in L \mid T(k)=0\}$$

45
$$F(k) = \{j \in L \mid n(j) \leq n(k) \text{ y } eff(j) > eff(k)\}$$

$$T(k) = \text{número_de_elementos_de_}F(k)$$

Se explora entonces la lista autorizada L asociada al terminal M_1 considerado, para cada formato de transporte j de 1 a X .

50 En el transcurso de la etapa de inicialización 51, se tiene pues: $j = 1$.

En el transcurso de una etapa de prueba 52, se verifica si existe un formato de transporte k en la lista autorizada L tal que $eff(k) > eff(j)$ y $n(k) \leq n(j)$:

55 • Si es efectivamente el caso (521), entonces se verifica si el formato de transporte j considerado es el último de la lista autorizada en una prueba 53:

60 - en caso afirmativo (531), se considera que la lista reducida S está enteramente determinada, en el transcurso de una etapa 54;

- en caso negativo (532), se pasa al formato de transporte siguiente en la lista autorizada ($j = j+1$), y luego se vuelve a la etapa de prueba 52.

65 El formato de transporte j considerado no se añade pues a la lista reducida S .

• Si no es el caso (522), es decir, si $n(j) < n(k)$ o si $\text{eff}(j) \geq \text{eff}(k)$, entonces el formato de transporte j se inserta en la lista reducida S en el transcurso de una etapa 55. Se verifica a continuación en el transcurso de una prueba 56 si el formato de transporte j considerado es el último de la lista autorizada:

5 - en caso afirmativo (561), se considera que la lista reducida S está enteramente determinada, en el transcurso de una etapa 54;

10 - en caso negativo (562), se pasa al formato de transporte siguiente en la lista autorizada ($j = j+1$), luego se vuelve a la etapa de prueba 52.

Así pues, la etapa 54 corresponde a un estado final, en el cual la lista reducida S asociada al terminal M_1 está determinada.

15 La figura 6 ilustra un ejemplo de lista autorizada de formatos de transporte 61 asociada a un móvil M_1 , que incluye doce formatos de transporte 615 definidos por los identificadores 1 a 12, y de lista reducida asociada a este mismo terminal, que no incluye más que seis formatos de transporte 625 identificados por los identificadores 1, 5, 9, 10, 11 y 12, tras la ejecución del algoritmo descrito en relación con la figura 5 por ejemplo.

20 Más precisamente, la figura 6 indica el identificador 615 asociado a un formato de transporte en función:

- de su eficacia espectral 611 (por ejemplo de valor 1, 2 ó 3);

25 • del esquema de modulación y de codificación MCS 612 (por ejemplo una modulación de amplitud en cuadratura QAM64 de rendimiento $\frac{1}{2}$, una modulación de amplitud en cuadratura QAM16 de rendimiento $\frac{1}{2}$, o también una modulación de fase QPSK de rendimiento $\frac{1}{2}$);

- del número de unidades de recurso utilizadas 613;

30 • del número de bites de información.

Según el algoritmo presentado anteriormente, se explora la lista autorizada 61 de formatos de transporte para determinar, para cada formato de transporte identificado de 1 a 12, si existe en la lista autorizada un formato de transporte que transporta un número de bites de información codificados inferior o igual al número de bites de información codificados transportados por el formato de transporte que actual y que tiene una eficacia espectral superior a la del formato de transporte actual. Si es efectivamente el caso, el formato de transporte actual no pertenece a la lista reducida, y se pasa al formato de transporte siguiente en la lista autorizada.

40 Al aplicar este algoritmo, solamente los formatos de transporte identificados por los identificadores 1, 5, 9, 10, 11 y 12 pertenecen a la lista reducida así determinada.

Como anteriormente se indica, la técnica propuesta permite así elegir un formato de transporte para un terminal entre una lista reducida, permitiendo así minimizar la cantidad de recursos en frecuencia utilizados, sin importar qué móvil y el número bites de datos.

5.4 Ejemplo de aplicación de la invención en un sistema OFDM

Se describe a continuación un ejemplo de aplicación de la invención en un sistema OFDM completo.

50 Según este ejemplo, se utiliza un algoritmo clásico de ordenamiento de móviles, y de elección de las unidades de recurso. Más precisamente, la asignación de los recursos de transmisión en una red de comunicación incluye las siguientes etapas:

55 - selección de un formato de transporte optimizado para cada terminal, elegido entre una lista reducida asociada al terminal, como se describe anteriormente en relación con la descripción de un modo particular de realización de la invención;

- ordenamiento de terminales, creando una lista de móviles ordenados respetando reglas de prioridad;

60 - elección de las posiciones de las unidades de recurso, completando la trama OFDM al mismo tiempo, considerando uno por uno cada móvil de la red y procediendo por orden de prioridad decreciente. Más precisamente, para un móvil dado, las posiciones de las unidades de recurso (URs) se eligen respetando el número de URs necesario para el formato de transporte seleccionado.

65 Se puede observar concretamente que las dos primeras etapas se pueden ejecutar simultánea o sucesivamente,

pero que la tercera etapa no puede efectuarse sino una vez las dos primeras etapas están realizadas.

Más precisamente, el ejemplo presentado a continuación se refiere a una red WIMAX, para la cual se ha predefinido un reparto de tiempo-frecuencia en unidades de recurso separadas.

5 Por ejemplo, en un momento dado, una estación de base determina los recursos que podrán asignarse a una futura trama.

10 En el transcurso de una etapa previa (denominada etapa 0), la trama se pre-llena con comunicaciones entre un terminal y una estación de base no sujetos a la optimización de la banda. Por ejemplo, suponiendo que se utilicen mecanismos de HARQ sincrónicos (en inglés "Hybrid Automatic Repeat Request"), se asignan recursos a las retransmisiones: el mismo número de URs y la misma potencia se asignan para la primera transmisión.

15 En el transcurso de una etapa siguiente, denominada etapa 1, se ordenan las nuevas transmisiones.

Más precisamente:

- La estación de base hace una lista ordenada de usuarios de terminales que necesitan nuevas transmisiones.

20 - Los terminales se ordenan según una prioridad creciente. En particular, la prioridad puede determinarse según métricas muy variadas, como las propuestas en el documento Qualcomm citado anteriormente (por ejemplo "Proportionnal Fair Scheduler", "Round Robin", o incluso "Max Channel Quality", etc.).

25 Se aprecia a este respecto que la elección del ordenamiento es independiente de la técnica de gestión de los recursos de transmisión propuesta según la invención.

En el transcurso de una etapa siguiente, denominada etapa 2, se selecciona un formato específico para cada terminal entre la lista reducida asociada a cada terminal.

30 Más precisamente, para cada usuario de la lista ordenada citada anteriormente, la estación de base selecciona el formato de transporte asociado al terminal del usuario, según la técnica descrita, y determina la potencia de transmisión del terminal asociada a este formato de transporte.

35 Se conoce pues, después de esta etapa, el número de URs necesarias para cada terminal que pertenece a la lista ordenada.

Finalmente, en el transcurso de una tercera etapa, denominada etapa 3, se pueden elegir las posiciones de las URs y llenar la trama correspondiente.

40 Así pues, para cada terminal de la lista ordenada asociado a un formato de transporte específico:

- La estación de base considera uno a uno cada uno de los terminales siguiendo el orden decreciente de prioridad, hasta que se hayan tratado todos los terminales, o se satisfaga el criterio de llenado. En particular, puede utilizarse cualquier criterio de llenado, que pertenezca por ejemplo al grupo que incluye:

- 45
- se llena enteramente la trama;
 - la tasa de ocupación de la trama es superior a un umbral predeterminado;
- 50
- se alcanza una potencia total máxima predicha en recepción.

- Para cada terminal, la estación de base que lo gestiona asigna el número de URs determinado para la etapa 2, y elige la posición de estas unidades de recurso en la trama. En particular, se pueden ejecutar distintos algoritmos conocidos. Por ejemplo, puede elegirse la posición de URs en la trama tal que:

- 55
- las frecuencias ocupadas son próximas o distantes;
 - las frecuencias ocupadas en dos células distintas son cercanas o distantes, según que el llenado de la trama de tiempo-frecuencia predeterminado siga un esquema idéntico en todas las células o distinto;
- 60
- las frecuencias ocupadas son pseudo-aleatorias;
 - las frecuencias ocupadas por cada terminal presentan la mejor calidad del vínculo.

65 • etc.

5.5 Estructura de un equipamiento de la red para la gestión de recursos de transmisión

5 Se presenta finalmente, en relación con la figura 7, la estructura simplificada de un equipamiento de la red para la gestión de los recursos de transmisión según el modo de realización particular descrito anteriormente.

Tal equipamiento incluye una memoria 71, una unidad de tratamiento 72, equipada por ejemplo con un microprocesador μP , y controlada por el programa de ordenador 73, que ejecuta el procedimiento de gestión de recursos de transmisión según la invención.

10 A la inicialización, las instrucciones de código del programa de ordenador 73 por ejemplo se cargan en una memoria RAM antes de ser ejecutadas por el procesador de la unidad de tratamiento 72. La unidad de tratamiento 72 recibe a la entrada al menos una lista de los terminales presentes en la red. El microprocesador de la unidad de tratamiento 72 ejecuta las etapas del procedimiento de gestión de los recursos descrito anteriormente, según las instrucciones 15 del programa de ordenador 73, para determinar una lista reducida de formato de transporte asociada a cada uno de los terminales, y seleccionar un formato de transporte específico entre estas listas reducidas. Para eso, el equipamiento incluye medios de selección de un formato de transporte específico para cada uno de los terminales, entre una lista reducida de formatos de transporte, determinándose una lista reducida para cada una de los terminales, y extracción de una lista autorizada de formatos de transporte asociada al terminal, y de medios de 20 afectación de una banda de frecuencia a los terminales, dimensionada en función del formato de transporte seleccionado. Estos medios son controlados por el microprocesador de la unidad de tratamiento 72.

La unidad de tratamiento 72 entrega pues a la salida una trama OFDM en la cual se optimiza la asignación de recursos en frecuencia.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de gestión de los recursos de transmisión en una red de comunicación celular (41) que incluye una pluralidad de células (42₁, 42₂, 42₃) asociadas cada una a una estación de base (43₁, 43₂, 43₃), incluyendo dicha red al menos dos terminales de radiocomunicación (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅), una lista (L) de formatos de transporte disponibles, estando asociada dicha lista autorizada a cada uno de dichos terminales; caracterizado porque dicho procedimiento incluye una etapa de optimización de recursos en frecuencia utilizados por dichos terminales presentes en dicha red, incluyendo sub-etapas de:
- 5
- 10 - selección de un formato de transporte específico para cada uno de dichos terminales entre una lista reducida (S) de formatos de transporte, determinándose una lista reducida para cada uno de dichos terminales, y extracción de la lista autorizada asociada al mencionado terminal, y
- 15 - afectación de una banda de frecuencia a cada uno de dichos terminales, dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.
2. Procedimiento de gestión según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha lista reducida (S) se determina seleccionando en la lista autorizada (L) que corresponde al mencionado terminal (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅) al menos un formato de transporte en función de un criterio que optimiza la eficacia espectral y la cantidad de información que transporta dicho formato de transporte.
- 20
3. Procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque ejecuta el siguiente algoritmo:
- 25 - inicialización de una lista reducida (S) vacía;
- exploración de la lista autorizada (L) de formatos de transporte disponibles asociada al mencionado terminal (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅), y para cada formato de transporte:
- 30 • si existe en dicha lista autorizada un formato de transporte que transporta un número de bites de información codificados inferior o igual al número de bites de información codificados transportados por dicho formato de transporte y que tiene una eficacia espectral superior a la de dicho formato de transporte,
- 35 • entonces paso al formato de transporte siguiente en dicha lista autorizada,
- si no, adición de dicho formato de transporte a dicha lista reducida, y paso al formato de transporte siguiente en dicha lista autorizada.
4. Procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicha lista reducida (S) se determina y se memoriza en un equipamiento de dicha red.
- 40
5. Procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dicha lista reducida (S) se determina dinámicamente en un equipamiento de dicha red.
- 45
6. Procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque dicha lista reducida (S) se transmite a un equipamiento de dicha red que ejecuta dicha sub-etapa de selección de un formato de transporte asociado al mencionado terminal.
- 50
7. Procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque dicha red (41) es de tipo OFDMA.
8. Procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque garantiza la gestión de recursos en frecuencia para conexiones en vía ascendente.
- 55
9. Procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque al menos una de las células (42₁, 42₂, 42₃) de dicha red (41) incluye al menos dos terminales (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅), y porque dicha etapa de optimización optimiza los recursos en frecuencia utilizados por dichos terminales presentes en dicha célula.
- 60
10. Terminal de radiocomunicación destinado a ser ejecutado en una red de comunicación celular (41) que incluye una pluralidad de células (42₁, 42₂, 42₃) asociadas cada una a una estación de base (43₁, 43₂, 43₃), una lista (L) de formatos de transporte disponibles, estando asociada dicha lista autorizada al mencionado terminal, caracterizado porque dicho terminal incluye medios de optimización de recursos en frecuencia utilizados por dicho terminal presente en dicha red, incluyendo:
- 65 - medios de selección de un formato de transporte específico para dicho terminal entre una lista reducida (S) de formatos de transporte, extrayéndose dicha lista reducida de la lista autorizada asociada al mencionado terminal, y

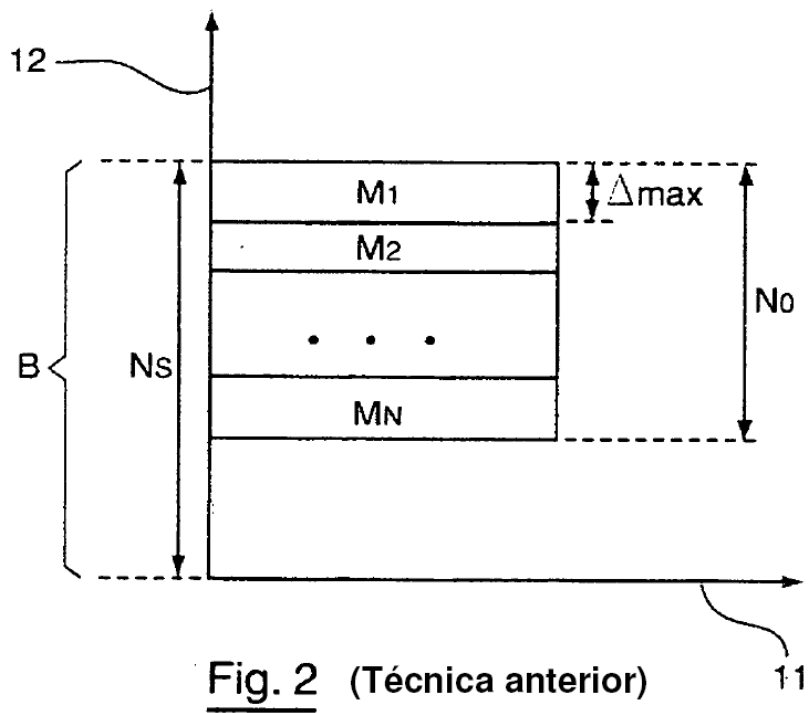
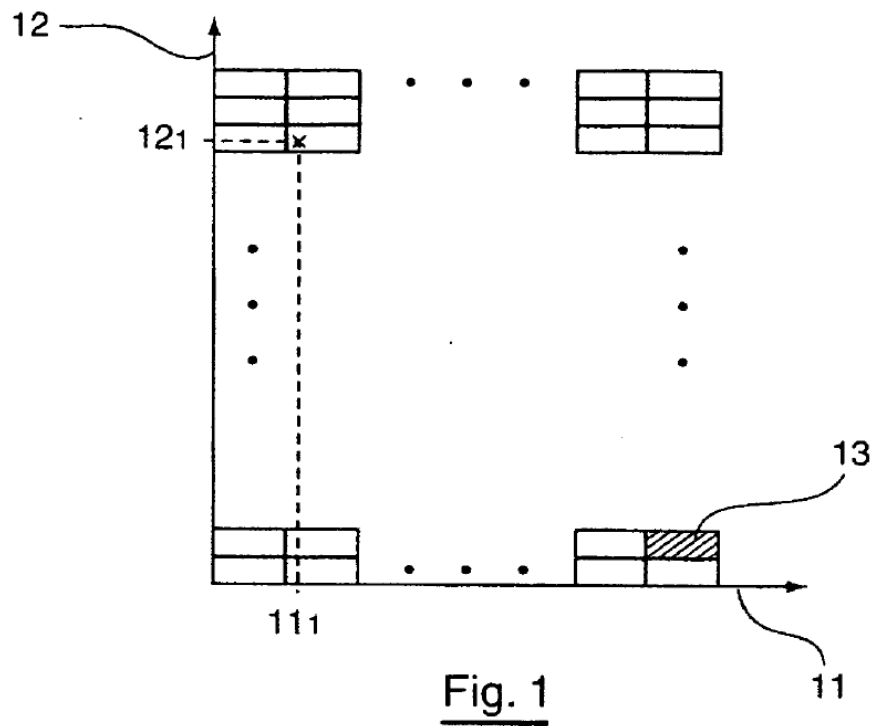
- medios de afectación de una banda de frecuencia al mencionado terminal, dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.

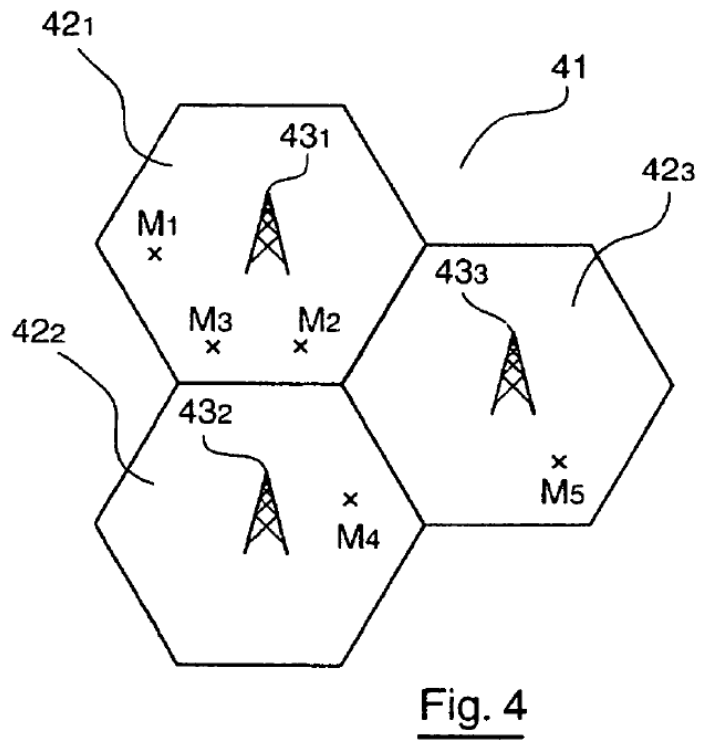
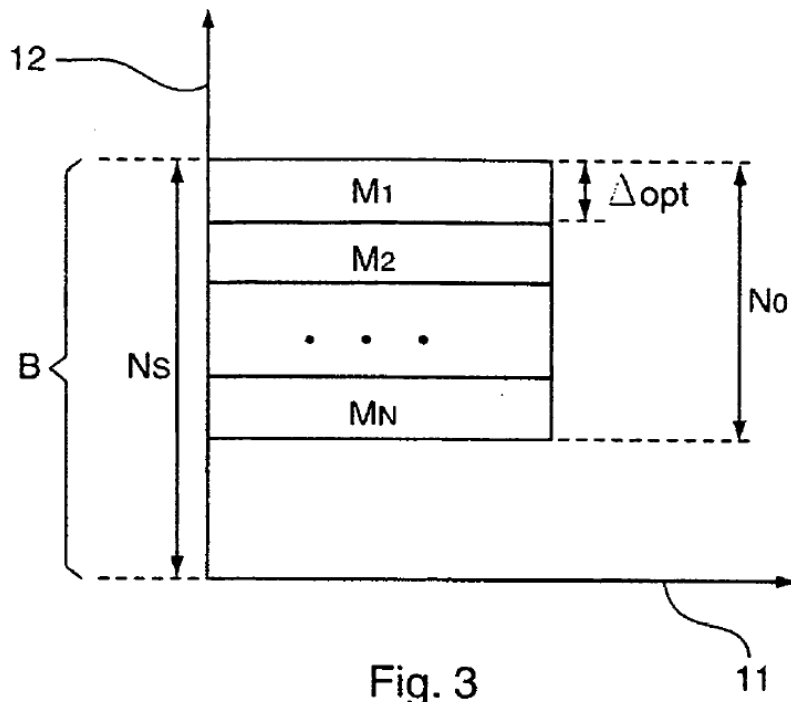
5 11. Estación de base destinada a ser ejecutada en una red de comunicación celular (41) que incluye una pluralidad de células (42₁, 42₂, 42₃), incluyendo dicha red al menos dos terminales de radiocomunicación (M₁, M₂, M₃, M₄, M₅), una lista (L) de formatos de transporte disponibles, estando asociada dicha lista autorizada a cada uno de dichos terminales; caracterizada porque dicha estación de base incluye medios de optimización de recursos en frecuencia utilizados por dichos terminales presentes en dicha red, incluyendo:

10 - medios de selección de un formato de transporte específico para cada uno de dichos terminales, entre una lista reducida (S) de formatos de transporte, determinándose una lista reducida para cada uno de dichos terminales, y extracción de la lista autorizada asociada al mencionado terminal, y

15 - medios de afectación de una banda de frecuencia a al menos uno de dichos terminales, dimensionada en función del formato de transporte seleccionado.

20 12. Producto de programa de ordenador telecargable desde una red de comunicación y/o registrado en un soporte legible por ordenador y/o ejecutable por un procesador, caracterizado porque incluye instrucciones de código de programa para la ejecución del procedimiento de gestión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.





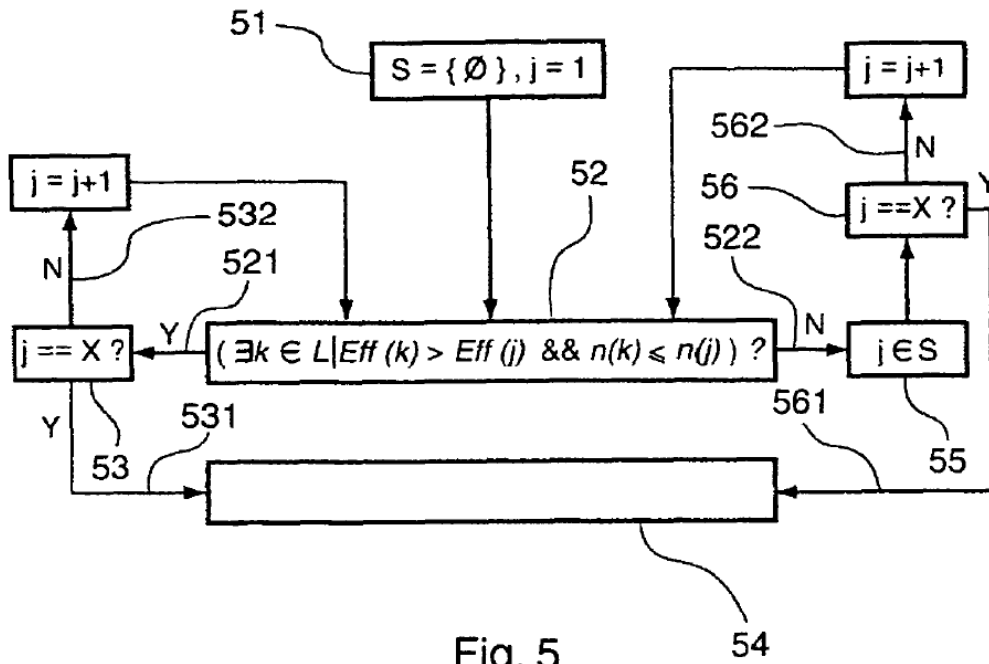


Fig. 5

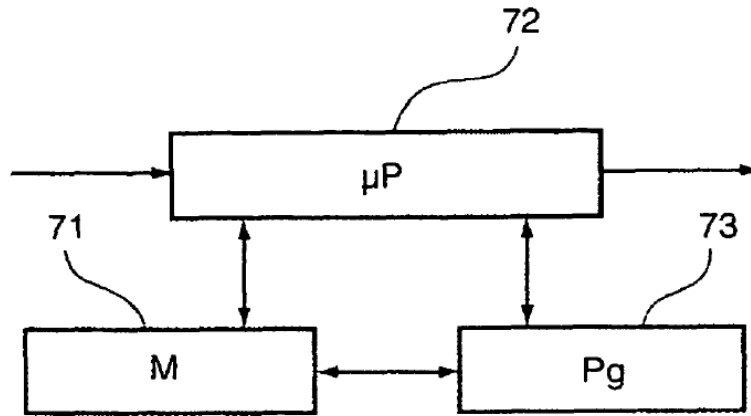


Fig. 7

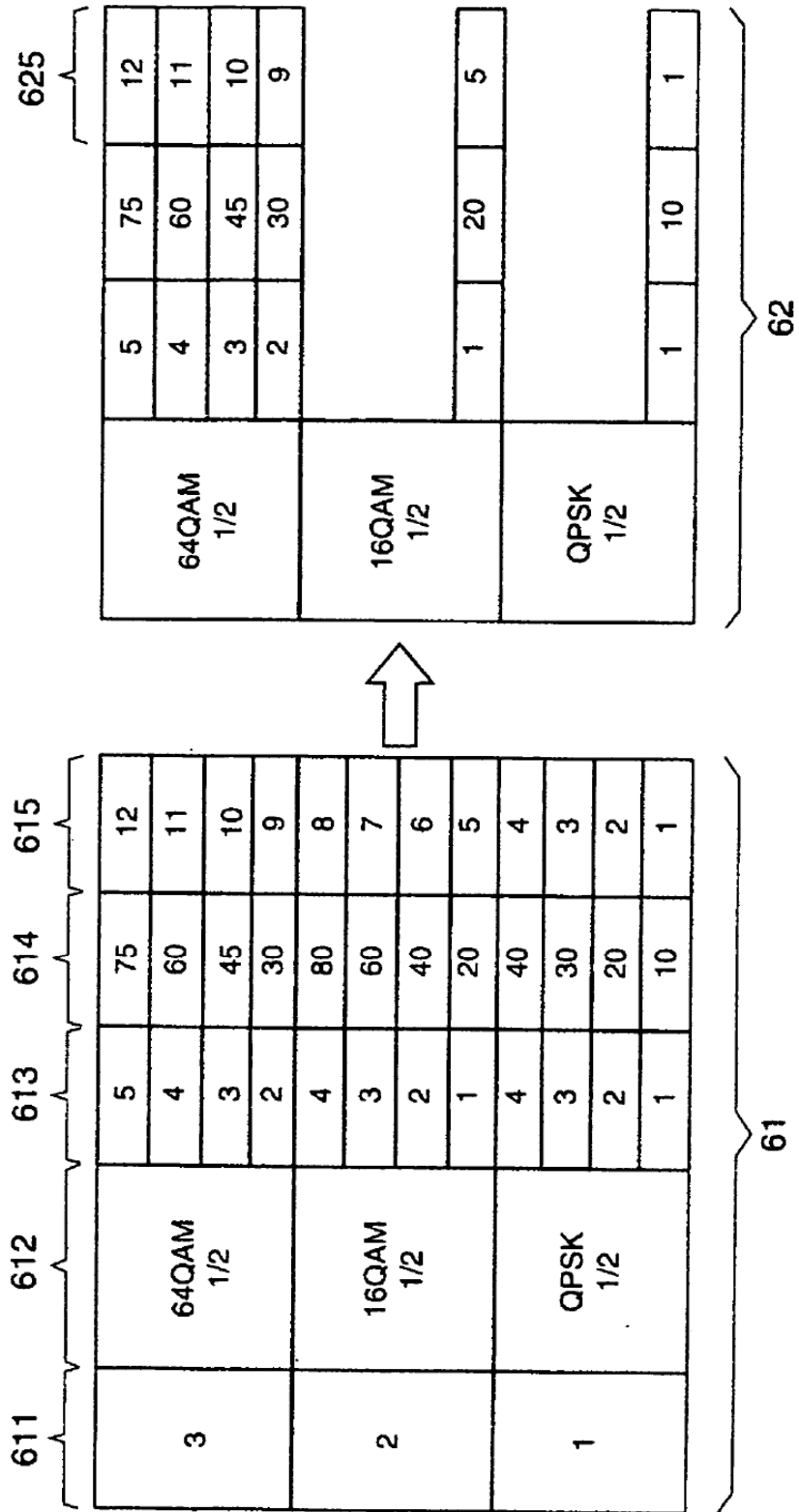


Fig. 6