

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 172**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/185**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2010 E 10703059 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2396910**

54 Título: **Red de telecomunicaciones con un satélite de comunicaciones de haces multipunto y un centro operativo que determina los parámetros de transmisión de acuerdo con la posición de los terminales en tierra**

30 Prioridad:

**11.02.2009 FR 0950854**

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

**09.09.2013**

73 Titular/es:

**EUTELSAT S.A. (100.0%)  
70, rue Balard  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**ARCIDIACONO, ANTONIO y  
FINOCCHIARO, DANIELE VITO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 422 172 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**

Red de telecomunicaciones con un satélite de comunicaciones de haces multipunto y un centro operativo que determina los parámetros de transmisión de acuerdo con la posición de los terminales en tierra

5 La presente invención se refiere a una red de telecomunicaciones para establecer enlaces por radiofrecuencia entre al menos una estación en tierra principal conectada con un centro operativo de red y terminales en tierra a través de un satélite de telecomunicaciones multipunto. Este tipo de satélite permite utilizar varios haces radioeléctricos puntuales a bordo del satélite para cubrir muchas áreas o células geográficas, en lugar de un único haz puntual grande.

10 Tales satélites multipunto permiten establecer varios enlaces por radiofrecuencia que ocupan la misma banda de frecuencias en diferentes haces puntuales.

En el caso de un sistema de telecomunicaciones por satélite de banda ancha de gran ancho de banda, el satélite se utiliza de manera bidireccional, lo que implica:

- 15 - retransmitir datos enviados por una estación en tierra principal (conectada a un Centro Operativo de Red o NOC, del inglés *Network Operating Center*) a una pluralidad de terminales en tierra: este primer enlace de tipo punto a multipunto constituye el enlace directo,
- retransmitir datos enviados por los terminales en tierra a la estación en tierra principal: este segundo enlace de tipo multipunto a punto constituye el enlace de retorno.

Un ejemplo de una red 1 de telecomunicaciones multipunto tal se ilustra en la Figura 1.

Esta red 1 comprende:

- 20 - una pluralidad de estaciones 2 en tierra principales tales como accesos de comunicaciones;
- un centro 5 NOC;
- una pluralidad de terminales 6 en tierra;
- un satélite 3 multipunto.

25 Las estaciones 2 en tierra principales (también denominadas estaciones centrales abajo) están conectadas con el centro 5 NOC (típicamente a través de la red Internet). El centro 5 NOC es un sistema de gestión de red que permite al operador monitorizar y controlar todos los componentes de la red.

30 En el enlace de retorno, las señales son enviadas al satélite 3 multipunto sobre un enlace ascendente LM desde los terminales 6 en tierra. Las señales enviadas por los terminales 6 en tierra son entonces procesadas en el nivel de la instrumentación del satélite 3 que las amplifica, deriva las señales a una frecuencia generalmente más baja y retransmite entonces las señales desde la antena o las antenas del satélite en un enlace descendente LD en la forma de una pluralidad de haces puntuales hacia las estaciones 2 en tierra.

El enlace directo desde las estaciones 2 en tierra hasta los terminales 6 en tierra funciona de manera idéntica con una dirección de comunicación opuesta.

35 La zona de cobertura en la que están ubicados los terminales en tierra se fragmenta en áreas o células de cobertura básicas. Cada célula está asociada con al menos un haz puntual del satélite multipunto.

Una red 1 tal como la que se representa en la Figura 1 utiliza una técnica conocida como la técnica de reutilización de frecuencia: esta técnica permite utilizar el mismo intervalo de frecuencias varias veces en el mismo sistema de satélite con el fin de aumentar la capacidad total del sistema sin aumentar el ancho de banda asignado.

40 Son conocidos los esquemas de reutilización de frecuencia, conocidos como esquemas de color (donde cada color corresponde a una banda de frecuencias), que asignan un color a cada uno de los haces puntuales del satélite. Estos esquemas de color se utilizan para describir la asignación de una pluralidad de bandas de frecuencias a los haces puntuales del satélite a la vista de las transmisiones por radiofrecuencia que se llevan a cabo en cada uno de estos haces puntuales. En estos esquemas, cada color corresponde a una de esas bandas de frecuencias.

45 Adicionalmente, estos satélites multipunto permiten enviar y recibir transmisiones polarizadas: la polarización puede ser lineal (en este caso las dos direcciones de polarización son horizontal y vertical respectivamente) o circular (en este caso las dos direcciones de polarización son levógira y dextrógira respectivamente).

Sin embargo, una configuración tal plantea probablemente varias dificultades.

Típicamente, en el caso de un enlace ascendente de comunicación entre un terminal en tierra y el satélite

5 multipunto, el satélite da servicio a toda la zona de cobertura que incluye una pluralidad de células básicas. Cada una de las células está iluminada de forma individual por una haz puntual de antena de la antena multipunto en el satélite. Cada célula tiene asociada una banda de frecuencias y, en el seno de cada banda de frecuencias, un gran número de canales de frecuencia están disponibles para los terminales en tierra que operan en estas células. Un terminal en tierra de una primera célula funciona por lo tanto en una ranura o canal de la banda de frecuencias asociada con dicha primera célula. Se apreciará que en el caso de la utilización de un sistema de codificación de transmisión basado en el espectro disperso de tipo CDMA (Acceso Múltiple por División de Código, *Code Division Multiple Access*), un gran número de terminales de la misma célula pueden utilizar el mismo canal único simultáneamente.

10 El terminal del usuario también funciona en un intervalo de tiempo especificado para el canal utilizado. El enlace ascendente que sale del terminal del usuario es dirigido en el haz puntual principal de la antena multipunto que da servicio a la célula. El haz puntual principal también comprende un número múltiple de lóbulos laterales. Consecuentemente, la interferencia del canal común también puede transmitirse por el terminal en tierra a los lóbulos laterales de otro haz puntual que da servicio a otra célula utilizando la misma banda de frecuencias. Este fenómeno de interferencia cruzada entre células se explica por el hecho de que la antena multipunto puede no controlar completamente sus características de recepción. La señal de interferencia que llega a los lóbulos laterales, aunque sea con un nivel de potencia inferior al nivel de potencia en la señal principal, constituye una interferencia que conduce a una degradación de la señal.

20 Una solución conocida que reduce este fenómeno de interferencia cruzada entre células se describe en el documento de patente EP0999662. De acuerdo con este documento, antes de transmitir, el terminal del usuario envía una petición de servicio al centro NOC. Este último tiene una base de datos de usuarios que comprende varios parámetros. Cada vez que el NOC recibe una petición desde un terminal de usuario, determina para este terminal de usuario un parámetro de transmisión (típicamente la ranura de frecuencia y la ranura temporal sobre las cuales transmitirá el terminal) y entonces transmite este parámetro de transmisión al terminal del usuario.

25 Sin embargo, una solución tal de acuerdo con la técnica anterior presenta dos desventajas principales.

En primer lugar, el proceso tal como se describe en el documento EP0999662 implica necesariamente que el terminal abre una conexión con el NOC (a través del envío de una petición) para informarle de que desea establecer comunicación y para obtener el parámetro de transmisión. El envío de esta petición conlleva por lo tanto un retraso adicional, que puede resultar perjudicial.

30 Adicionalmente, este proceso conduce de manera efectiva a la utilización de parte de la banda de frecuencias disponible para enviar peticiones. Esta utilización de la banda es independiente del tipo de comunicación que busca establecer el terminal. Por lo tanto, en particular para terminales que transmiten mensajes de pequeño tamaño a una frecuencia alta, el proceso conllevará una ocupación de la capacidad de ancho de banda alta e inaceptable. Por ejemplo, este es el caso con terminales fijos de tipo POS ("Punto de Venta", "*Point of Sale*") que transmiten mensajes cortos con una frecuencia de transmisión alta o con terminales móviles que envían mensajes de texto (correos electrónicos o mensajes SMS).

35 En este contexto, la presente invención tiene como finalidad proporcionar una red de telecomunicaciones para establecer enlaces por radiofrecuencia entre al menos una estación en tierra principal conectada con un centro operativo de dicha red y terminales en tierra a través de un satélite de telecomunicaciones multipunto, donde dicha red reduce la interferencia cruzada mientras evita a su vez un alto consumo de la banda de frecuencias disponible y reduce los retrasos de procesamiento.

40 Con este fin, la invención propone una red de telecomunicaciones para establecer enlaces por radiofrecuencia entre al menos una estación en tierra principal conectada con un centro operativo de dicha red y terminales en tierra a través de un satélite de telecomunicaciones de múltiples haces puntuales, conocido como un satélite multipunto, donde dicha red comprende:

- un satélite multipunto,
- al menos una estación en tierra principal,
- un conjunto de terminales en tierra,
- una zona de cobertura compuesta por una pluralidad de células en las que están ubicados dichos terminales en tierra, donde cada célula está asociada con al menos un haz puntual con dicho satélite al cual está asignada una banda de frecuencias,
- un centro operativo de dicha red conectado con dicha estación en tierra principal,

45 donde dicha red está caracterizada por que el mencionado centro operativo comprende:

- medios para determinar, en todo momento, parámetros de transmisión característicos de la posición de

dichos terminales en tierra en dicha zona de cobertura, conocidos como medios de optimización, donde dichos parámetros de transmisión cubren la totalidad de la mencionada zona de cobertura,

- medios para transmitir a cada uno de los mencionados terminales en tierra todos los parámetros de transmisión determinados por dichos medios de optimización,

5 donde cada uno de los mencionados terminales en tierra comprende:

- medios para determinar su propia posición geográfica en dicha zona de cobertura,
- medios para almacenar al menos una parte de dicho conjunto de parámetros de transmisión,
- Medios para determinar los parámetros de transmisión que debe utilizar dicho terminal en tierra a partir de la parte almacenada de dicho conjunto de parámetros de transmisión y a partir de dicha posición geográfica.

10 Se entiende que la expresión terminal en tierra se refiere a un terminal que puede estar fijo, o puede ser transportable o móvil.

15 Se entiende que la expresión estación (acceso) en tierra principal se refiere a cualquier estación central tal como un acceso de comunicaciones en tierra conectada al centro operativo, típicamente a través de una conexión troncal de Internet.

Se entiende que la expresión centro operativo se refiere a un NOC "Centro Operativo de Red" que constituye un sistema de gestión de red que permite al operador monitorizar y controlar todos los componentes de la red.

20 Gracias a la invención, el centro operativo NOC optimiza el rendimiento global de la red para toda la zona de cobertura (típicamente mediante la reducción de la máxima interferencia cruzada entre las células de la zona de cobertura). El NOC por lo tanto tiene un mapeo de parámetros de transmisión optimizado (es decir, todos los parámetros de transmisión) para toda la zona de cobertura. Este mapeo comprende en particular un plan de asignación de frecuencia (así como de otros parámetros) para ser utilizado en los terminales. El NOC transmite entonces este mapeo a todos los terminales en tierra de la red de acuerdo con la invención, preferentemente mediante la utilización de una única transmisión "de emisión" (transmisión simultánea a todos los terminales). El mapeo se actualiza de manera regular de acuerdo con las variaciones en las condiciones de funcionamiento de la red.

30 Cada terminal en tierra recibe este mapeo, que se almacena en el medio de almacenamiento del terminal y es actualizado por el NOC con cada nueva transmisión. Para minimizar la cantidad de almacenamiento necesaria, el terminal puede almacenar solamente una parte del mapeo que resulta necesaria para el terminal (típicamente la parte que corresponde a su posición actual y a la vecindad de esta posición).

35 Cuando el terminal quiere enviar un mensaje, comienza localizando su posición a través de medios que utilizan, por ejemplo, un sistema GPS; ejecuta algún medio de software que le permite determinar, a partir de su posición y del mapeo almacenado, los parámetros de transmisión (banda de frecuencias, canal de frecuencia en el seno de esta banda, polarización, ranura temporal, modulación, código, etc.) que deben utilizarse para enviar este mensaje. Contrariamente a las redes conocidas en la técnica anterior, el terminal no tiene por lo tanto que enviar una petición al NOC para obtener parámetros de transmisión.

La red de acuerdo con la invención también puede presentar una o más características de entre las que se especifican más abajo, consideradas de manera individual o de acuerdo con todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 40 - los mencionados parámetros de transmisión se determinan mediante los mencionados medios de optimización para reducir la interferencia cruzada entre las mencionadas células,
- los mencionados medios para determinar la posición geográfica en la mencionada zona de cobertura de los terminales móviles del mencionado conjunto de terminales en tierra se eligen de entre los medios siguientes:
  - 45 ○ medios que utilizan un sistema de posicionamiento por satélite (GPS, EGNOS, Galileo, etc.);
  - medios de posicionamiento que utilizan puntos de acceso inalámbrico (WIFI, WiMax, etc.);
  - medios de posicionamiento basados en una estación o varias estaciones base de tipo telefonía móvil (GSM, UMTS, etc.);
  - 50 ○ medios de posicionamiento absoluto tales como los que miden el campo magnético en tierra mediante la potencia recibida de estaciones de radio conocidas;

- medios de posicionamiento relativo tales como un sistema de posicionamiento inercial;
  - los mencionados medios para determinar la posición geográfica en la mencionada zona de cobertura son tales que permiten al mencionado terminal en tierra determinar su propia posición con una precisión menor que un orden de magnitud del tamaño de la célula en la que está situado el terminal en tierra;
  - los mencionados medios de optimización determinan periódicamente los mencionados parámetros de transmisión;
  - el periodo de actualización está comprendido en el intervalo entre 1 y 1.440 minutos dependiendo de la velocidad del cambio de estado de la red;
  - la actualización periódica se lleva a cabo tomando en consideración el estado de la mencionada red a partir de datos obtenidos en tiempo real acerca de la posición de los terminales en la mencionada zona de cobertura;
  - al menos una célula está asociada con al menos dos haces puntuales de enlace con el mencionado satélite, asignándose una banda de frecuencias a cada uno de los dos haces puntuales mencionados, de tal manera que los mencionados medios de optimización determinan la banda de frecuencias que debe utilizarse dentro de la mencionada célula con el fin de reducir la interferencia cruzada entre las células que forman la zona de cobertura;
  - los mencionados medios de optimización comprenden medios para determinar, en cada actualización, para cada zona de cobertura, el canal de frecuencia que deben utilizar los terminales de acuerdo con su posición en la mencionada zona de cobertura, donde cada banda de frecuencias se fragmenta en canales de frecuencia;
  - los mencionados medios de optimización comprenden medios para determinar, en cada actualización, el tipo de modulación que deben utilizar los terminales dependiendo de su posición en la mencionada zona de cobertura;
  - la red de acuerdo con la invención comprende una pluralidad de estaciones en tierra principales, donde cada estación en tierra principal está conectada con el mencionado centro operativo de dicha red;
  - los mencionados medios de optimización determinan un grupo de parámetros de transmisión aceptables para cada una de las posiciones geográficas;
  - los mencionados medios para determinar los parámetros de transmisión que deben utilizar los mencionados terminales en tierra seleccionan los parámetros de transmisión que deben ser utilizados de acuerdo con una distribución de probabilidad, en el grupo de parámetros aceptables, para dicho terminal;
  - los mencionados medios para determinar los parámetros de transmisión que deben utilizar los mencionados terminales en tierra seleccionan los parámetros de transmisión que deben ser utilizados de acuerdo con las limitaciones particulares de dicho terminal en tierra, en el grupo de parámetros aceptables para dicho terminal;
  - el mencionado grupo se determina a partir de la mencionada posición geográfica del mencionado terminal en tierra por los mencionados medios para determinar los parámetros de transmisión;
  - los mencionados parámetros de transmisión son determinados por los mencionados medios de optimización tomando en consideración factores tales como:
    - la intermodulación entre diferentes bandas de frecuencias a bordo del satélite;
    - la sensibilidad (coeficiente G/T) medida de la antena del satélite para cada cobertura;
  - los mencionados medios de almacenamiento del mencionado terminal en tierra almacenan todos los parámetros de transmisión.
- Otro propósito de la presente invención es un centro operativo de red de acuerdo con la invención, donde dicho centro operativo comprende:
- medios para determinar, en todo momento, los parámetros de transmisión característicos de la posición de los mencionados terminales en tierra en la mencionada zona de cobertura, conocidos como medios de optimización, donde dichos parámetros de transmisión cubren toda la mencionada zona de cobertura,

- medios para transmitir a cada uno de los mencionados terminales en tierra todos los parámetros de transmisión determinados por los mencionados medios de optimización.

Adicionalmente, el propósito de la presente invención es un terminal en tierra para implementar una red de acuerdo con la invención, donde dicho terminal comprende:

- 5
- medios para determinar su propia posición geográfica dentro de dicha zona de cobertura,
  - medios para almacenar al menos una parte del mencionado conjunto de parámetros de transmisión,
  - medios para determinar los parámetros de transmisión que debe utilizar el mencionado terminal en tierra a partir de la mencionada parte almacenada del mencionado conjunto de parámetros de transmisión y a partir de la mencionada posición geográfica.

10 Otras características y ventajas de la invención emergerán claramente de la descripción ofrecida más adelante, con propósitos indicativos y de ninguna manera limitantes, en referencia a las Figuras adjuntas, entre las cuales:

- La Figura 1 es una representación esquemática simplificada de una red con configuración multipunto;
- La Figura 2 es una representación esquemática simplificada de una red de acuerdo con la invención;
- La Figura 3 representa una zona de cobertura compuesta por una pluralidad de células;
- La Figura 4 representa la zona de cobertura de la Figura 3 con un primer plan de frecuencia,
- La Figura 5 representa la zona de cobertura de la Figura 3 con un segundo plan de frecuencia.

En todas las Figuras, elementos comunes llevan asociados los mismos números de referencia.

La Figura 1 ya ha sido descrita anteriormente en la presente memoria en referencia al recordatorio de la técnica anterior.

20 La Figura 2 es una representación esquemática simplificada de una red 100 de acuerdo con la invención.

Esta red 100 comprende:

- una pluralidad de estaciones 102 en tierra principales tales como accesos de comunicaciones en tierra;
- un centro 105 NOC;
- una pluralidad de terminales 106 en tierra que pueden ser terminales móviles pero también terminales fijos (se representa aquí, como ilustración, un único terminal 106 en tierra)
- un satélite 103 multipunto.

El terminal 106 en tierra está equipado con:

- una antena 110,
- un terminal 113 GPS ("Sistema de Posicionamiento Global", "*Global Positioning System*"), que le habilita para conocer su posición a través de enlaces LGPS con satélites 109 en todo momento,
- un módem 111 que le permite transmitir y recibir datos durante las conexiones con el satélite 103 multipunto;
- medios 112 de almacenamiento;
- medios 114 de gestión;
- medios 115 de interfaz de entrada/salida (teclado, altavoz, etc.).

Los medios 114 de gestión comprenden típicamente un microprocesador controlado por programas informáticos situado en una memoria de programa. La memoria de programa está proyectada notablemente para la gestión de diferentes operaciones que deberán ser ejecutadas para implementar diferentes funcionalidades del terminal 106. La memoria comprende diferentes medios de software (es decir, aplicaciones), algunos de los cuales están dedicados a implementar la invención. En otros ejemplos de realización, estos medios de software pueden ser reemplazados mediante circuitos electrónicos específicos.

Las estaciones 102 en tierra principales (también llamadas estaciones centrales) están conectadas con el centro 105 NOC, típicamente a través de una conexión troncal de Internet.

- 5 En el enlace de retorno, las señales son enviadas al satélite 103 multipunto sobre un enlace ascendente LMR desde los terminales 106 en tierra. Las señales enviadas por los terminales 106 en tierra son entonces procesadas en el nivel del satélite 103 que, a través de su instrumentación, las amplifica, deriva las señales a una frecuencia apropiada y retransmite entonces las señales desde la antena o las antenas del satélite en un enlace descendente LDR en la forma de un haz puntual o de una pluralidad de haces puntuales hacia las estaciones 102 en tierra.
- El enlace directo, que incluye los enlaces ascendentes LMF y los enlaces descendentes LDF de estaciones 102 en tierra a terminales 106 en tierra, funciona de manera idéntica con una dirección de comunicación opuesta.
- La zona de cobertura en la que están ubicados los terminales en tierra se fragmenta en áreas o células de cobertura básica.
- 10 La configuración de la red 100 de acuerdo con la invención tal como se representa en la Figura 2 utiliza una técnica conocida como la técnica de reutilización de frecuencia. Esta técnica permite utilizar el mismo intervalo de frecuencias varias veces en el mismo sistema de satélite con el fin de aumentar la capacidad total del sistema sin aumentar el ancho de banda asignado.
- 15 Para cada célula, es posible utilizar al menos una banda de frecuencias correspondiente a una parte del ancho de banda disponible. Cada banda de frecuencias está asociada con un haz puntual del satélite multipunto. Cada banda de frecuencias puede fragmentarse en una pluralidad de canales de frecuencia. Un terminal 106 en tierra utiliza un canal de frecuencia para transmitir; este mismo terminal 106 también funcionará en un intervalo de tiempo particular (ranura temporal).
- 20 De acuerdo con la invención, el centro 105 NOC comprende medios 108 para determinar un mapeo de la zona de cobertura con una determinación de los parámetros de transmisión característicos de la posición de los terminales en tierra en la zona de cobertura. Estos medios 108 de determinación se designarán subsiguientemente mediante el término "medios de optimización". Los parámetros de transmisión incluyen típicamente la banda de frecuencias, el canal de frecuencia, la ranura temporal y el tipo de modulación o código que se utilizará por los terminales dependiendo de sus posiciones en la zona de cobertura. Este mapeo es muy exhaustivo; en otras palabras, el
- 25 mapeo incluye los parámetros de transmisión para la zona de cobertura completa: Estos parámetros de transmisión están determinados por los medios 108 de optimización con el fin de reducir la interferencia cruzada entre células y con el fin de maximizar el rendimiento del sistema. Se apreciará que pueden ser aceptables diferentes conjuntos de parámetros para la misma ubicación.
- 30 Típicamente, se proporciona un mapeo inicial (volveremos a éste punto más adelante en referencia a las Figuras 4 y 5) a los medios 108 de optimización. El mapeo se transmite a todos los terminales 106 en tierra en la red 100 y a continuación es almacenado por cada uno de los terminales 106 en tierra en sus medios 112 de almacenamiento.
- 35 Desde ese momento en adelante, cuando un terminal 106 quiere establecer una conexión, comienza por localizar su propia posición utilizando su sistema 113 de posicionamiento GPS. Los medios 114 de gestión del terminal 106 comprenden una aplicación de software que permite determinar, a partir de su posición y del mapeo almacenado, los parámetros de transmisión (banda de frecuencias, canal de frecuencia dentro de esta banda, ranura temporal, modulación, polarización, nivel, código, FEC, etc.) que deberán ser utilizados para establecer esta conexión, mediante la elección de entre todos los parámetros posibles definidos por el mapeo. En caso de que exista una pluralidad de conjuntos aceptables de parámetros, la elección, de entre los parámetros aceptables, puede llevarse a
- 40 cabo en función de las limitaciones del terminal, tales como el tipo de terminal o el tipo de mensaje que será enviado, y/o de una manera aleatoria de acuerdo con una distribución de probabilidad apropiada (posiblemente enviada por el NOC 105 junto con el mapeo).
- 45 De acuerdo con una realización particularmente ventajosa de la invención, los medios 108 de optimización determinan un nuevo mapeo sobre la base de datos recogidos en tiempo real de las estaciones 102 en tierra principales, donde estos datos tienen que ver con la posición actual de los terminales en tierra dentro de la red. Cuando los medios 108 de optimización actualizan el mapeo, la actualización del mapeo se transmite a todos los terminales 106 en tierra. El periodo de actualización está típicamente comprendido entre un minuto y varias horas, en función de la velocidad con la que cambia el estado de la red. Sin embargo, en ausencia de una actualización del mapeo, se envía el mapeo antiguo bit a bit para beneficiar a los terminales que no estaban escuchando anteriormente (terminales que estaban apagados, o que no tenían recepción de satélite).
- 50 Los medios 108 de optimización típicamente utilizan algoritmos combinatorios con el fin de determinar el mejor mapeo posible para reducir la interferencia cruzada entre células. En otras palabras, los medios 108 de optimización determinarán el mapeo que permite que se transfiera la máxima cantidad de datos desde los terminales 106 en tierra hasta las estaciones 102 en tierra a través del satélite 103 minimizando a la vez el impacto de la interferencia cruzada generada por células diferentes.
- 55 Un ejemplo de una zona 200 de cobertura se ilustra en la Figura 3. Esta área 200 cubre una parte de Europa y agrupa 6 células C1 a C6 en el caso de una configuración multipunto del enlace de retorno en la banda S a 2 GHz para el satélite Eutelsat W2A. Se ofrece este ejemplo con propósitos puramente ilustrativos pero de ninguna manera

limitantes. El satélite W2A tiene una banda de frecuencias global de 15 MHz en cada dirección. La Tabla 1 que se ofrece más abajo menciona los países asociados con los centros de las células (en otras palabras, cada uno de estos países permite identificar a una célula).

C1	C2	C3	C4	C5	C6
España (SP)	Reino Unido (UK)	Francia (FR)	Italia (IT)	Polonia (PL)	Alemania (G)

Tabla 1

5 Se apreciará que las células presentan zonas de solapamiento. Los terminales de la red de acuerdo con la invención conocen sus parámetros de transmisión independientemente de la célula o células en las que están ubicados; de acuerdo con una realización preferente de la invención, es importante que cada terminal pueda determinar su posición con una precisión menor que un orden de magnitud del tamaño de la célula en el que está situado el terminal en tierra (típicamente una precisión de aproximadamente 50 km para una célula de 500 km de diámetro).

10 Para cada célula, en el caso del W2A, es posible utilizar hasta dos bandas de frecuencias, donde cada una de ellas tiene un ancho de banda de 5 MHz de entre los 15 MHz de ancho de banda disponible. Cada banda de frecuencias está asociada con un haz puntual del satélite multipunto. En el caso de un protocolo de tipo FDMA, cada banda de frecuencias de 5 MHz se fragmenta en una pluralidad de canales de frecuencia. En el caso de un protocolo de tipo CDMA, cada banda representa un único canal que puede utilizarse al mismo tiempo por un número limitado de terminales.

En cada banda de frecuencias de 5 MHz, un terminal en tierra utilizará un canal para transmisión.

La Figura 4 representa la zona de cobertura de la Figura 3 con un primer plan 300 de frecuencia que constituye un plan de frecuencia adaptado para ser implementado sin utilizar una red de acuerdo con la invención. Este primer plan 300 de frecuencia obviamente toma en consideración un cierto número de restricciones. Se apreciará que cada banda de frecuencias de 5 MHz está asociada con un color azul, amarillo o rojo en un esquema de reutilización de frecuencia, también denominado un esquema de color:

- el color azul está representado por una trama de líneas muy juntas y corresponde a la banda B de frecuencia;
- el color rojo está representado por una trama de líneas más separadas y corresponde a la banda A de frecuencia;
- el color amarillo está representado por una trama de puntos y corresponde a la banda C de frecuencia.

30 Sin utilizar la invención, uno está obligado a asignar frecuencias (de entre las 12 bandas posibles en total, es decir, 2 bandas para cada una de las 6 células) de acuerdo con un plan sub-optimizado para evitar interferencias. Típicamente en el caso del plan 300, se utilizan solamente 8 bandas de entre las 12 bandas posibles con una velocidad de transmisión binaria total de 50 Mbps. Este plan 300 de frecuencia se determina a priori a partir de algoritmos combinatoriales con el fin de determinar el mejor mapeo posible para reducir la interferencia cruzada entre células. La Tabla 2 indica las frecuencias asociadas con diferentes países en la zona de cobertura.

España (SP)	Reino Unido (UK)	Francia (FR)	Italia (IT)	Polonia (PL)	Alemania (G)
B (referenciada como SP-B)	A y C (referenciadas como UK-A y UK-C)	A y B (referenciadas como FR-A y FR-B)	C (referenciada como IT-C)	B (referenciada como PL-B)	C (referenciada como G-C)

Tabla 2

35 Esta limitación a 8 posibles bandas está ligada al deseo de limitar la interferencia: Como ejemplo, es imposible utilizar la frecuencia A en Italia porque habría demasiada interferencia de los terminales Británicos "más al sur" en la célula C4 que cubre Italia, y de los terminales Italianos "más al norte" en la célula C2 que cubre el Reino Unido (la interferencia no es necesariamente simétrica).

La red de acuerdo con la invención permite disipar algunas de estas restricciones. La Figura 5 representa la zona de cobertura de la Figura 3 con un segundo plan 400 de frecuencia que constituye un plan de frecuencia que puede implementarse en un cierto momento utilizando la red de acuerdo con la invención. De nuevo, cada banda de frecuencias de 5 MHz está asociada con un color azul, amarillo o rojo en un esquema de reutilización de frecuencia.

- el color azul está representado por una trama de líneas muy juntas y corresponde a la banda B de frecuencia;
- el color rojo está representado por una trama de líneas más separadas y corresponde a la banda A de frecuencia;



- el color amarillo está representado por una trama de puntos y corresponde a la banda C de frecuencia.

De acuerdo con la invención, considerando el caso de una distribución de terminales uniforme en el territorio y utilizando datos del satélite, típicamente datos de antena, los medios 108 de optimización pueden establecer un plan de utilización de frecuencia más óptimo: De acuerdo con la Figura 5, se utiliza la misma banda A de frecuencia en las células C4 y C2 respectivamente que cubren Italia y el Reino Unido considerando que los terminales en tierra sólo utilizarán esta banda A en las ubicaciones donde se genere menor interferencia. Típicamente en el caso del plan 400, se utilizan 11 bandas de entre las 12 bandas posibles con una velocidad de transmisión binaria total de 92 Mbps (o un incremento del 80% en relación con la velocidad de transmisión posible en el caso del plan 300 de frecuencia de la Figura 4). La Tabla 3 indica las frecuencias asociadas con diferentes países en la zona de cobertura.

España (SP)	Reino Unido (UK)	Francia (FR)	Italia (IT)	Polonia (PL)	Alemania (G)
B y C (referenciadas como SP-B y SP-C)	A y C (referenciadas como UK-A y UK-C)	A y B (referenciadas como FR-A y FR-B)	A y C (referenciadas como IT-A e IT-C)	B y C (referenciadas como PL-B y PL-C)	C (referenciada como D-C)

Tabla 3

Un ejemplo de realización de los medios 108 de optimización se basa en la optimización incremental de una configuración de partida.

Se ajusta inicialmente una configuración de partida para el sistema de acuerdo con los pasos siguientes:

1. la zona de cobertura global se divide en particiones que corresponden a diferentes zonas de cobertura (que no se solapan), normalmente más pequeñas que el tamaño de los haces puntuales utilizados por el satélite;
2. para cada zona identificada, se elige un haz puntual que debe recibir señales transmitidas por los terminales encontrados en ella;
3. para cada zona, se fija un conjunto de parámetros sobre la base de las características conocidas del satélite (diagramas de radiación de antena, potencia, frecuencia de transpondedor, etc.) y utilizando métodos heurísticos para el rendimiento esperado del sistema (por ejemplo, reutilizando el mismo intervalo de frecuencias en áreas que están lo suficientemente alejadas entre sí).

Como ejemplo, la cobertura Europea del W2A se dividió en 11 zonas de partición; para cada zona, el haz puntual que la cubre con el máximo valor G/T de ganancia de antena - temperatura de ruido se eligió para dar servicio a esta zona; a continuación, se asignaron un intervalo de frecuencia y una polarización a cada zona, con el fin de respetar las restricciones del satélite y las zonas alejadas espacialmente con el mismo par (frecuencia, polarización) tanto como fuese posible.

Tal como se mencionó anteriormente, explotando dinámicamente la red de acuerdo con la invención, el plan de frecuencia (es decir, el mapeo, incluyendo los parámetros de transmisión que deberán utilizar los terminales en tierra) será regenerado por los medios 108 de optimización y será transmitido de manera continua por el satélite, ofreciendo por lo tanto incluso mayor sensibilidad y ahorro de capacidad. El mapeo que se emite globalmente a todos los terminales será almacenado por cada terminal que lo utilizará si resulta necesario durante cada nueva transmisión. Por lo tanto, mientras el sistema sea operativo, la configuración puede ser optimizada dinámicamente de la manera siguiente:

1. se recoge y se almacena la posición de todos los terminales (sobre la base de la información de ubicación enviada durante la última transmisión);
2. se calcula el número de terminales presentes en cada zona así como su modelo de comportamiento (probabilidad de que transmitan un mensaje en el período siguiente);
3. se calcula para cada haz puntual, utilizando las características conocidas del satélite y utilizando un modelo estadístico para el comportamiento del terminal, el nivel de señal recibido potencialmente por los terminales en las zonas a las que se da servicio, así como el nivel de interferencia recibido potencialmente por los terminales en las zonas que no reciben servicio;
4. Se reduce el tamaño de las zonas que causan la mayor interferencia (o que contienen el mayor número de terminales) y, consecuentemente, se aumenta el tamaño de las zonas que causan la menor interferencia (o que contienen el menor número de terminales).

Por supuesto, es perfectamente posible utilizar otros algoritmos para los medios 108 de optimización. Estos algoritmos pueden, por ejemplo, utilizar una búsqueda exhaustiva de todas las configuraciones posibles, una

búsqueda limitada por rama y técnicas combinadas o búsquedas basadas en el algoritmo simplex.

5 Es importante indicar que, en el caso del satélite W2A, se planea una red de comunicaciones que opera con varios millones de terminales en tierra por célula y con mensajes de 100 bytes cada uno por canal de frecuencia. Debido a esto, un funcionamiento tal conducirá a la emisión de más de mil millones de mensajes por día en la zona de cobertura Europea. Por lo tanto, la red de acuerdo con la invención permite absorber una cantidad tal de mensajes combinando la transmisión de mapeos de parámetros de transmisión (actualizados dinámicamente) a terminales con una ubicación en el nivel de cada uno de los terminales.

Por supuesto, la invención no está limitada a la realización que acaba de describirse.

10 Por lo tanto, la invención se describió más particularmente en el caso de la banda S pero también puede aplicarse a otros tipos de bandas de frecuencias, como por ejemplo la banda Ka.

Adicionalmente, incluso si la invención se describió de manera más específica para una red que utiliza un sistema de posicionamiento GPS, la invención también puede aplicarse a otros medios de posicionamiento tales como medios de posicionamiento que utilizan puntos de acceso WIFI o basados en una estación base de tipo GSM.

15 Adicionalmente, hemos descrito la invención en el caso de una transmisión global de un único mapeo a todos los terminales en tierra (transmisión de tipo "emisión"). También es posible aplicar la invención a una transmisión de tipo "multidifusión": En este caso, se envía globalmente un primer mapeo a un primer grupo de terminales en tierra (por ejemplo, terminales públicos genéricos en tierra) y se envía un segundo mapeo diferente del primero a un segundo grupo de terminales en tierra (por ejemplo, terminales profesionales en tierra).

20 Incluso en el caso de una transmisión de tipo "emisión", los datos enviados con el mapeo pueden limitar la utilización de este mapeo a ciertos grupos de terminales, o a ciertos servicios. Típicamente, pueden reservarse ciertos parámetros de transmisión para transmisión de mensajes urgentes, mientras que otros parámetros de transmisión se utilizan para transmitir parámetros no urgentes.

25

**REIVINDICACIONES**

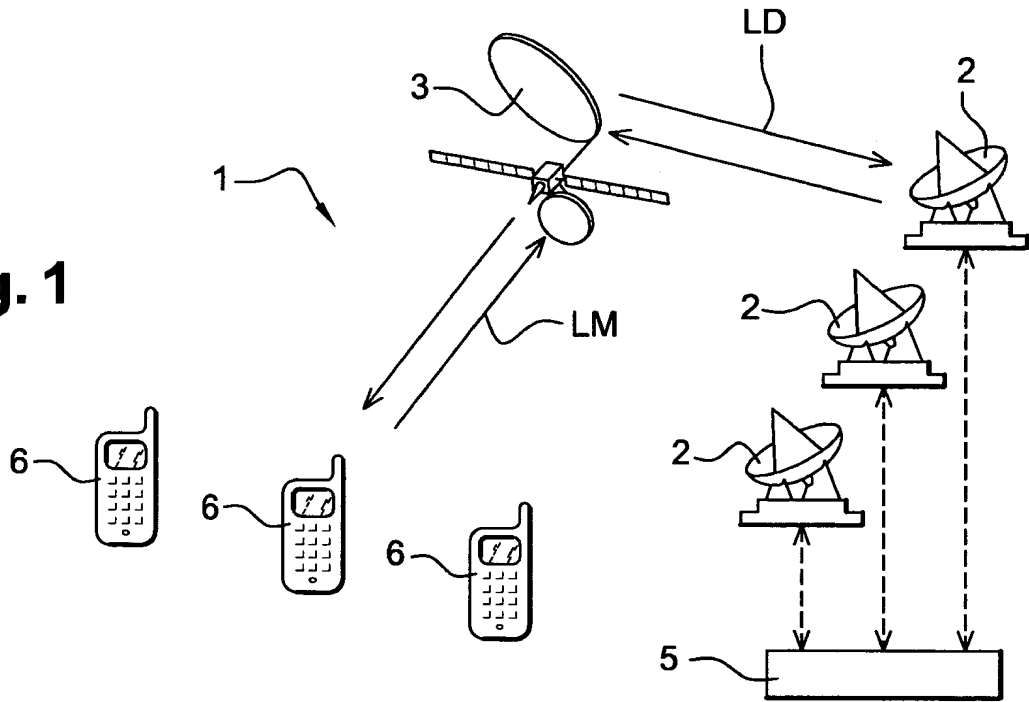
- 5 1.- Una red (100) de telecomunicaciones para establecer enlaces de radiofrecuencia entre al menos una estación (102) en tierra principal conectada con un centro (105) operativo de dicha red (100) y terminales (106) en tierra a través de un satélite (103) de telecomunicaciones de haces multipunto, conocido como un satélite multipunto, donde dicha red (100) comprende:
- un satélite (103) multipunto,
  - al menos una estación (102) en tierra principal,
  - un conjunto de terminales (106) en tierra,
  - 10 - una zona de cobertura compuesta por una pluralidad de células en las que están ubicados dichos terminales (106) en tierra, donde cada célula está asociada con al menos un haz puntual con dicho satélite en el que está asignada una banda de frecuencias,
  - un centro (105) operativo de dicha red (100) conectado a dicha estación (102) en tierra principal,
- donde dicha red (100) está caracterizada por que dicho centro (105) operativo comprende:
- 15 - medios (108) para determinar, en todo momento, parámetros de transmisión característicos de la posición de dichos terminales en tierra en dicha zona de cobertura, conocidos como medios de optimización, donde dichos parámetros de transmisión cubren la totalidad de dicha zona de cobertura,
  - medios (107, LMA, LDA) para transmitir a cada uno de los mencionados terminales (106) en tierra todos los parámetros de transmisión determinados por dichos medios de optimización,
- donde cada uno de dichos terminales (106) en tierra comprende:
- 20 - medios (113) para determinar su propia posición geográfica en dicha zona de cobertura,
  - medios (112) para almacenar al menos una parte de dicho conjunto de parámetros de transmisión,
  - medios (114) para determinar los parámetros de transmisión que debe utilizar dicho terminal (106) en tierra a partir de la parte almacenada de dicho conjunto de parámetros de transmisión y a partir de dicha posición geográfica.
- 25 2.- La red (100) según la reivindicación precedente caracterizada por que los mencionados parámetros de transmisión están determinados por los mencionados medios (108) de optimización para reducir la interferencia cruzada entre las mencionadas células.
- 30 3.- La red (100) según una de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que los mencionados medios (113) para determinar la posición geográfica en la mencionada zona de cobertura de los terminales móviles de entre el mencionado conjunto de terminales en tierra se eligen de entre los medios siguientes:
- medios que utilizan un sistema de posicionamiento por satélite (LGPS, 109);
  - medios de posicionamiento que utilizan puntos de acceso inalámbrico;
  - medios de posicionamiento basados en una estación base de tipo celular o en varias estaciones;
  - 35 - medios de posicionamiento absoluto tales como los que miden el campo magnético en tierra o la potencia de estaciones de radio conocidas;
  - medios de posicionamiento relativo tales como un sistema de posicionamiento inercial.
- 40 4.- La red (100) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que los mencionados medios (113) para determinar la posición geográfica en la mencionada zona de cobertura son tales que permiten al mencionado terminal en tierra determinar su propia posición con una precisión menor que un orden de magnitud del tamaño de la célula en la que está situado el terminal en tierra.
- 5.- La red (100) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que los mencionados medios (108) de optimización determinan periódicamente los mencionados parámetros de transmisión.
- 6.- La red (100) según la reivindicación precedente caracterizada por que el periodo de actualización está comprendido entre 1 y 1.440 minutos.
- 45 7.- La red (100) según una de las reivindicaciones 5 ó 6 caracterizada por que se lleva a cabo una actualización periódica tomando en consideración el estado de dicha red (100) a partir de datos obtenidos en tiempo real acerca

de la posición de los terminales en la mencionada zona de cobertura.

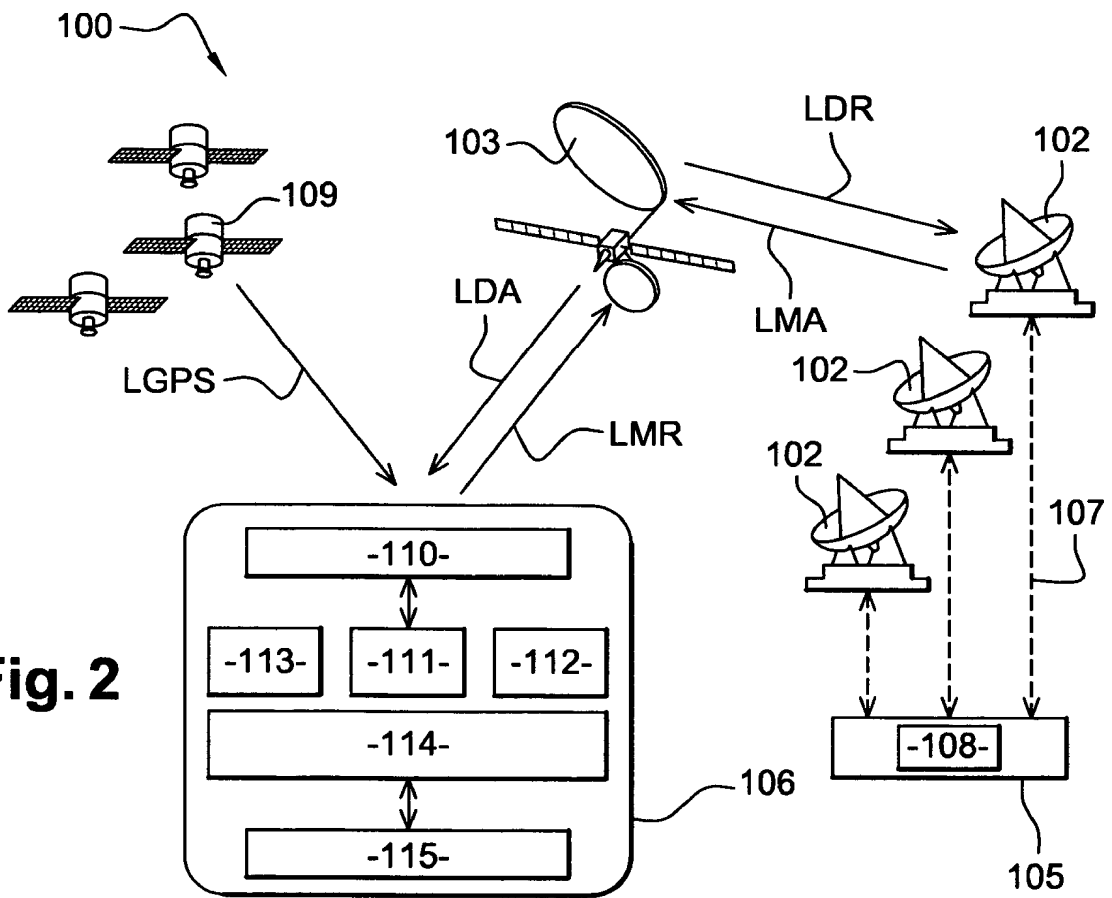
- 5 8.- La red (100) según una de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que al menos una célula está asociada con al menos dos haces puntuales de enlace con el mencionado satélite, donde se asigna una banda de frecuencias a cada uno de los dos haces puntuales mencionados, de tal manera que los mencionados medios (108) de optimización determinan la banda de frecuencias que debe utilizarse dentro de la mencionada célula con el fin de reducir la interferencia cruzada entre las células que forman la zona de cobertura.
- 10 9.- La red (100) según una de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que los mencionados medios (108) de optimización comprenden medios para determinar, en cada actualización, para cada zona de cobertura, el canal de frecuencia que deberán utilizar los terminales de acuerdo con su posición en dicha zona de cobertura, donde cada banda de frecuencias se fragmenta en canales de frecuencia.
- 11.- La red (100) según la reivindicación precedente caracterizada por que los mencionados medios (108) de optimización comprenden medios para determinar, en cada actualización, el tipo de modulación que deben utilizar los terminales de acuerdo con sus posiciones en la mencionada zona de cobertura.
- 15 11.- La red (100) según una de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que la red comprende una pluralidad de estaciones (102) en tierra principales, donde cada estación en tierra principal está conectada al mencionado centro operativo de dicha red (105).
- 12.- La red (100) según una de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que los mencionados medios (108) de optimización determinan un grupo de parámetros de transmisión aceptables para cada una de las posiciones geográficas.
- 20 13.- La red (100) según la reivindicación precedente caracterizada por que los mencionados medios (114) para determinar los parámetros de transmisión que debe utilizar el mencionado terminal (106) en tierra seleccionan los parámetros de transmisión que deben utilizarse de acuerdo con una distribución de probabilidad, en el grupo de parámetros aceptables para dicho terminal.
- 25 14.- La red (100) según una de las reivindicaciones 12 ó 13 caracterizada por que los mencionados medios (114) para determinar los parámetros de transmisión que debe utilizar el mencionado terminal (106) en tierra seleccionan los parámetros de transmisión que deben utilizarse de acuerdo con las limitaciones particulares de dicho terminal (106) en tierra, en el grupo de parámetros aceptables para dicho terminal.
- 30 15.- La red (100) según una de las reivindicaciones 12 a 14 caracterizada por que el mencionado grupo se determina a partir de la mencionada posición geográfica del mencionado terminal (106) en tierra por los mencionados medios (114) para determinar los parámetros de transmisión.
- 16.- La red (100) según una de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que los mencionados parámetros de transmisión son determinados por los mencionados medios (108) de optimización mediante la consideración de factores tales como:
- la intermodulación entre diferentes bandas de frecuencias a bordo el satélite;
  - 35 - la sensibilidad de la antena del satélite medida para cada cobertura.
- 17.- La red según una de las reivindicaciones precedentes caracterizada por que los mencionados medios (112) de almacenamiento del mencionado terminal (106) en tierra almacenan todos los parámetros de transmisión.
- 18.- Un centro (105) operativo de una red según una de las reivindicaciones 1 a 17, donde dicho centro (105) operativo comprende:
- 40 - medios (108) para determinar, en todo momento, los parámetros de transmisión característicos de la posición de los mencionados terminales en tierra en la mencionada zona de cobertura, conocidos como medios de optimización, donde dichos parámetros de transmisión cubren la totalidad de la mencionada zona de cobertura,
- 45 - medios (107, LMA, LDA) para transmitir a cada uno de los mencionados terminales (106) en tierra todos los parámetros de transmisión determinados por dichos medios de optimización,
- 19.- Un terminal (106) en tierra para implementar una red según una de las reivindicaciones 1 a 17, donde dicho terminal (106) comprende:
- medios (113) para determinar su propia posición geográfica en la mencionada zona de cobertura,
  - 50 - medios (112) para almacenar al menos una parte del mencionado conjunto de parámetros de transmisión,

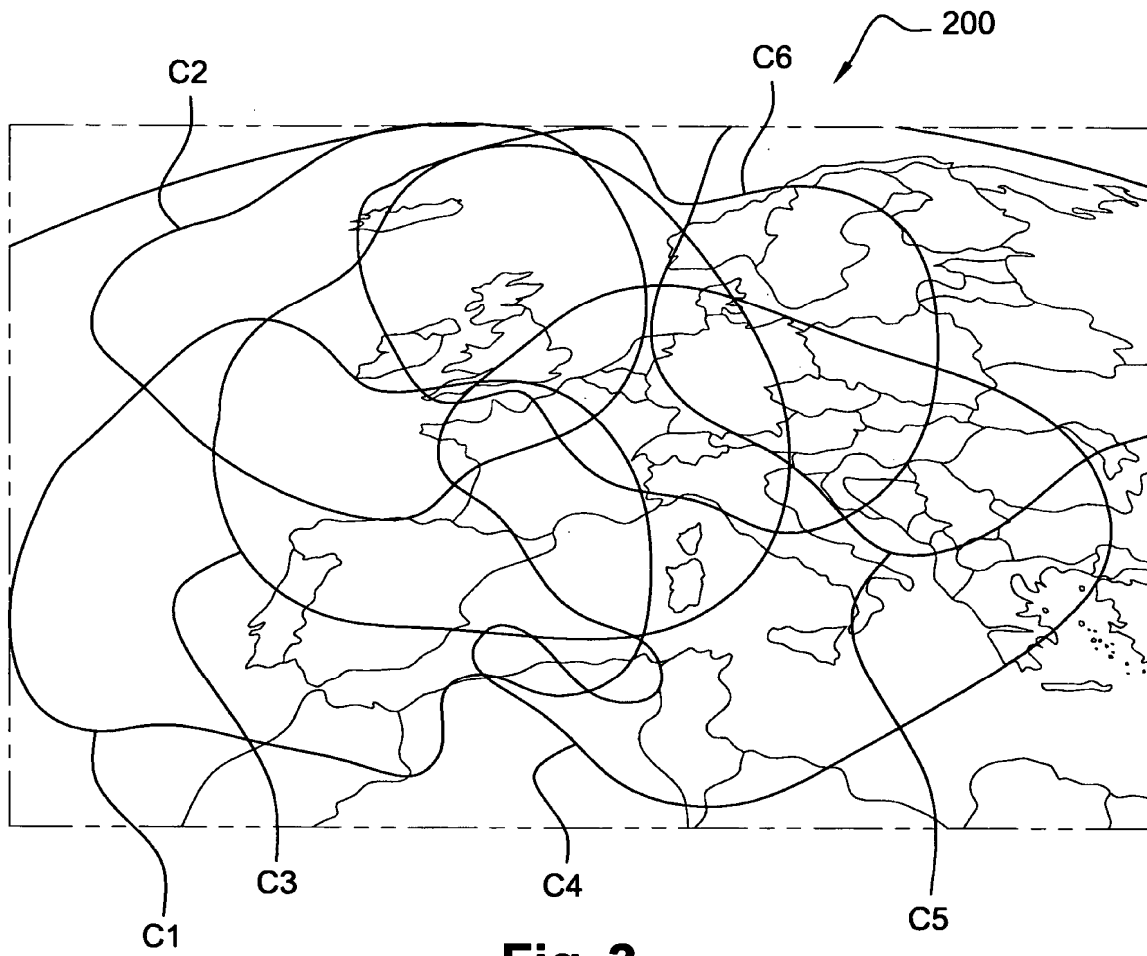
- Medios (114) para determinar los parámetros de transmisión que debe utilizar el mencionado terminal (106) en tierra a partir de la parte almacenada de dicho conjunto de parámetros de transmisión y a partir de dicha posición geográfica.

**Fig. 1**



**Fig. 2**





**Fig. 3**

