

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2010.02.05</b>	(73) Titular(es): <b>EUTELSAT S.A.</b>	
(30) Prioridade(s): <b>2009.02.11 FR 0950854</b>	<b>70, RUE BALARD F-75015 PARIS</b>	<b>FR</b>
(43) Data de publicação do pedido: <b>2011.12.21</b>	(72) Inventor(es): <b>ANTONIO ARCIDIACONO</b>	<b>FR</b>
(45) Data e BPI da concessão: <b>2013.05.29</b> <b>142/2013</b>	<b>DANIELE VITO FINOCCHIARO</b>	<b>FR</b>
	(74) Mandatário: <b>ALBERTO HERMÍNIO MANIQUE CANELAS</b>	
	<b>RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA</b>	<b>PT</b>

(54) Epígrafe: **REDE DE TELECOMUNICAÇÕES COM UM SATÉLITE DE COMUNICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PONTOS E UM CENTRO DE OPERAÇÕES QUE DETERMINA OS PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO DE ACORDO COM A POSIÇÃO DOS TERMINAIS TERRESTRES**

(57) Resumo:

A PRESENTE INVENÇÃO REFERE-SE A UMA REDE (100) PARA O ESTABELECIMENTO DE LIGAÇÕES DE RF ENTRE PELO MENOS UMA ESTAÇÃO CENTRAL TERRESTRE (102) LIGADA A UM CENTRO NOC (105) E TERMINAIS TERRESTRES (106) ATRAVÉS DE UM SATÉLITE DE MÚLTIPLOS PONTOS (103). ALÉM DISSO, A REDE (100) É COMPOSTA POR UMA ÁREA DE COBERTURA CONSTITUÍDA POR UMA PLURALIDADE DE CÉLULAS NAS QUAIS OS TERMINAIS (106) SE ENCONTRAM LOCALIZADOS, ESTANDO CADA CÉLULA ASSOCIADA A, PELO MENOS, UMA LIGAÇÃO COM FEIXE DE PONTO DE LIGAÇÃO COM O SATÉLITE AO QUAL UMA BANDA DE FREQUÊNCIA SE ENCONTRA ALOCADA. O CENTRO NOC (105) COMPREENDE MEIOS (108) PARA DETERMINAR OS PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO CARACTERÍSTICOS DA POSIÇÃO DOS TERMINAIS NA ÁREA DE COBERTURA, CONHECIDOS COMO MEIOS DE OPTIMIZAÇÃO, COBRINDO OS PARÂMETROS TODA A ÁREA DE COBERTURA E MEIOS (107, LMA, LDA) PARA TRANSMITIR TODOS OS PARÂMETROS PARA CADA UM DOS REFERIDOS TERMINAIS (106). CADA UM DOS TERMINAIS (106) COMPREENDE MEIOS (112) PARA ARMAZENAR PELO MENOS PARTE DE TODOS OS PARÂMETROS, MEIOS (113) PARA DETERMINAR A SUA POSIÇÃO GEOGRÁFICA NA ÁREA DE COBERTURA E MEIOS (114) PARA DETERMINAR, DOS PARÂMETROS E A SUA POSIÇÃO GEOGRÁFICA, OS PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO A SEREM UTILIZADOS.

**RESUMO****"REDE DE TELECOMUNICAÇÕES COM UM SATÉLITE DE COMUNICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PONTOS E UM CENTRO DE OPERAÇÕES QUE DETERMINA OS PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO DE ACORDO COM A POSIÇÃO DOS TERMINAIS TERRESTRES"**

A presente invenção refere-se a uma rede (100) para o estabelecimento de ligações de RF entre pelo menos uma estação central terrestre (102) ligada a um centro NOC (105) e terminais terrestres (106) através de um satélite de múltiplos pontos (103). Além disso, a rede (100) é composta por uma área de cobertura constituída por uma pluralidade de células nas quais os terminais (106) se encontram localizados, estando cada célula associada a, pelo menos, uma ligação com feixe de ponto de ligação com o satélite ao qual uma banda de frequência se encontra alocada. O centro NOC (105) compreende meios (108) para determinar os parâmetros de transmissão característicos da posição dos terminais na área de cobertura, conhecidos como meios de otimização, cobrindo os parâmetros toda a área de cobertura e meios (107, LMA, LDA) para transmitir todos os parâmetros para cada um dos referidos terminais (106). Cada um dos terminais (106) compreende meios (112) para armazenar pelo menos parte de todos os parâmetros, meios (113) para determinar a sua posição geográfica na área de cobertura e meios (114) para determinar, dos parâmetros e a

**PE2396910**

- 2 -

sua posição geográfica, os parâmetros de transmissão a serem utilizados.

**DESCRIÇÃO**

**"REDE DE TELECOMUNICAÇÕES COM UM SATÉLITE DE COMUNICAÇÕES DE MÚLTIPLOS PONTOS E UM CENTRO DE OPERAÇÕES QUE DETERMINA OS PARÂMETROS DE TRANSMISSÃO DE ACORDO COM A POSIÇÃO DOS TERMINAIS TERRESTRES"**

A presente invenção refere-se a uma rede de telecomunicações para o estabelecimento de ligações de radiofrequência entre pelo menos uma estação terrena ligada a um centro de operações da rede e terminais terrestres através de um satélite de telecomunicações de múltiplos pontos. Este tipo de satélite permite o uso de vários feixes concentrados a bordo do satélite para cobrir muitas áreas geográficas ou células, em vez de um único feixe grande de ponto de acesso.

Tais satélites de múltiplos pontos permitem que várias ligações de radiofrequência ocupem a mesma banda de frequência em diferentes feixes do ponto de acesso a serem estabelecidos.

No caso de um sistema de telecomunicações por satélite de banda larga de elevada largura de banda, o satélite é utilizado bidireccionalmente, que é para:

- retransmitir dados enviados por uma estação terrena principal (ligada a um Centro de Operação de Rede ou

*NOC*) a uma pluralidade de terminais terrestres: esta primeira ligação do tipo ponto para multiponto constitui a ligação directa;

- retransmitir dados enviados pelos terminais terrestres para a estação terrestre principal: constituindo esta segunda ligação do tipo ponto para multiponto a ligação de retorno;

Um exemplo de uma tal rede de telecomunicações de múltiplos pontos 1 encontra-se ilustrado na figura 1.

Esta rede 1 compreende:

- uma pluralidade de estações terrestres principais 2 tais como porta de conversão de comunicação;
- um centro *NOC* 5;
- uma pluralidade de terminais terrestres 6;
- um satélite de múltiplos pontos 3.

As principais estações terrestres 2 (também denominadas de estações centrais a seguir) estão ligadas ao centro *NOC* 5 (tipicamente através da Internet). O centro *NOC* 5 é um sistema de gestão da rede que permite ao operador monitorizar e controlar todos os componentes na rede.

Na ligação de retorno, os sinais são enviados para o satélite 3 de múltiplos pontos através de uma ligação ascendente *LM* pelos terminais terrestres 6. Os sinais enviados pelos terminais terrestres 6 são então

processados ao nível da carga útil do satélite 3 que os amplifica, obtém os sinais a uma frequência geralmente mais baixa e depois retransmite os sinais a partir da antena de satélite ou antenas numa ligação descendente *LD* na forma de uma pluralidade de feixes do ponto para as estações terrestres 2.

A ligação directa das estações terrenas 2 para os terminais terrestres 6 opera de forma idêntica com uma direcção de comunicação oposta.

A área de cobertura na qual os terminais terrestres estão localizados encontra-se dividida em áreas de cobertura de base ou células. Cada célula está associada a pelo menos um feixe de ponto do satélite de múltiplos pontos.

A rede 1 tal como representada na figura 1 utiliza uma técnica conhecida como a técnica de reutilização de frequência: Esta técnica permite que a mesma gama de frequências seja usada várias vezes no mesmo sistema de satélite a fim de aumentar a capacidade total do sistema sem aumentar a largura de banda alocada.

São conhecidos os esquemas de reutilização de frequências, conhecidos como esquemas de cores (em que cada cor corresponde a uma banda de frequência), atribuindo uma cor a cada um dos feixes do ponto de satélites. Estes esquemas de cores são utilizados para descrever a alocação

de uma pluralidade de bandas de frequência para os feixes do ponto de satélite tendo em vista as transmissões de radiofrequência para a realização de cada um destes feixes do ponto. Nestes esquemas, cada cor corresponde a uma destas bandas de frequência.

Adicionalmente, estes satélites de múltiplos pontos permitem que sejam enviadas e recebidas transmissões polarizadas: A polarização pode ser linear (neste caso as duas direcções de polarização são, respectivamente, horizontal e vertical) ou circular (neste caso as duas direcções de polarização são respectivamente circulares à esquerda ou à direita).

No entanto, uma tal configuração é susceptível de colocar várias dificuldades.

Tipicamente, no caso de uma ligação ascendente de comunicação entre um terminal terrestre e o satélite de múltiplos pontos, o satélite serve toda a área de cobertura que inclui uma pluralidade de células de base. Cada uma das células é iluminada individualmente por um feixe do ponto de antena da antena de múltiplos pontos no satélite. Uma banda de frequência está associada a cada célula e, dentro de cada banda de frequência; muitos canais de frequência diferentes estão disponíveis para os terminais terrestres que operam nestas células. Um terminal terrestre de uma primeira célula opera num intervalo ou canal da banda de frequência associada à referida primeira célula. Deve

notar-se que no caso da utilização de um sistema de codificação de transmissão baseado no espectro de propagação do tipo *CDMA* (Acesso múltiplo por divisão de código), muitos terminais da mesma célula podem usar um e o mesmo canal simultaneamente.

O terminal de utilizador opera também num intervalo de tempo específico para o canal utilizado. A ligação ascendente que parte do terminal de utilizador é direccionada no feixe do ponto principal da antena de múltiplos pontos que serve a célula. Este feixe do ponto principal inclui também vários lóbulos laterais. Por conseguinte, a interferência do canal comum pode também ser transmitida pelo terminal terrestre para os lóbulos laterais de outro feixe do ponto que serve outra célula que usa a mesma banda de frequência. Este fenómeno de interferência cruzada entre as células é explicado pelo facto de a antena de múltiplos pontos não poder controlar totalmente as suas características de recepção. O sinal de interferência que chega aos lóbulos laterais, mesmo a um nível de potência mais baixo do que o nível de potência do sinal principal, constitui uma interferência que conduz à degradação do sinal.

Uma solução conhecida que reduz este fenómeno de interferência cruzada entre as células encontra-se descrita na patente EP0999662. De acordo com este documento, antes da transmissão, o terminal de utilizador envia um pedido de serviço para o centro *NOC*. Este último tem um banco de

dados de utilizador que inclui vários parâmetros. Cada vez que o NOC recebe um pedido de um terminal de utilizador, determina para este terminal de utilizador um parâmetro de transmissão (tipicamente o intervalo de frequência e o intervalo temporal através do o terminal irá transmitir) depois transmite este parâmetro de transmissão para o terminal de utilizador.

No entanto, uma tal solução de acordo com a técnica anterior apresenta duas desvantagens principais.

Primeiro, o processo tal como descrito no documento EP0999662 implica necessariamente que o terminal abra uma ligação com o NOC (através do envio de um pedido) para informar o esmo que pretende estabelecer comunicação e para obter o parâmetro de transmissão. O envio deste pedido provoca portanto um atraso adicional, o que pode revelar-se prejudicial.

Além disso, este processo conduz efectivamente à utilização de parte da banda de frequência disponível para enviar pedidos. Esta utilização da banda é independente do tipo de comunicação que o terminal pretende estabelecer. Portanto, em particular para os terminais que transmitem mensagens de tamanho pequeno a uma frequência elevada, o processo vai provocar uma ocupação elevada e inaceitável da capacidade de largura de banda. Por exemplo, este é o caso dos terminais fixos do tipo POS "*Point of Sale*" que transmitem mensagens curtas com uma alta frequência de

transmissão ou terminais móveis que enviam mensagens de texto (e-mails ou SMS).

Neste contexto, a presente invenção pretende proporcionar uma rede de telecomunicações para o estabelecimento de ligações de radiofrequência entre pelo menos uma estação terrena principal ligada a um centro de operações da referida rede e terminais terrestres através de um satélite de telecomunicações de múltiplos pontos, reduzindo a referida rede a interferência cruzada enquanto impede o elevado consumo da banda de frequência disponível e reduzindo os atrasos no processamento.

Para este efeito, a invenção propõe uma rede de telecomunicações para o estabelecimento de ligações de radiofrequência entre pelo menos uma estação terrena principal ligada a um centro de operações da referida rede e terminais terrestres através de um satélite de telecomunicações de múltiplos pontos, conhecido como satélite de múltiplos pontos, compreendendo a referida rede:

- um satélite de múltiplos pontos,
- pelo menos uma estação terrena principal,
- um conjunto de terminais terrestres,
- uma área de cobertura composta por uma pluralidade de células nas quais os referidos terminais terrestres estão localizados, estando cada célula associada a pelo menos um feixe do ponto com o referido satélite ao qual uma banda de frequência se encontra alocada, -

um centro de operação da referida rede ligado à referida estação terrena, sendo a referida rede caracterizada por o referido centro de operação compreender:

- meios para determinar, a cada momento, as características dos parâmetros de transmissão da posição dos referidos terminais terrestres na referida área de cobertura, conhecidos como meios de otimização, abrangendo os referidos parâmetros de transmissão toda a referida área de cobertura,
- meios para transmitir para cada um dos referidos terminais terrestres todos os parâmetros de transmissão determinados pelos referidos meios de otimização,

compreendendo cada um dos referidos terminais terrestres:

- meios para determinar a sua posição geográfica na referida área de cobertura,
- meios para armazenar pelo menos uma parte do referido conjunto de parâmetros de transmissão,
- meios para determinar os parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre da referida parte armazenada do referido conjunto de parâmetros de transmissão e da referida posição geográfica.

Como terminal terrestre deverá ser entendido um terminal que pode ser fixo, transportável ou móvel.

Como estação terrena principal (porta de

conversão) deverá ser entendida qualquer estação central tal como uma porta de conversão ligada ao centro de operações, normalmente através de uma rede de base da Internet.

O centro de operações deverá ser entendido como um *NOC* "Centro de operações de rede" que constitui um sistema de gestão da rede que permite ao operador monitorizar e controlar todos os componentes da rede.

Graças à invenção, o centro de operações *NOC* optimiza o desempenho geral da rede para toda a área de cobertura (normalmente através da redução para a interferência cruzada máxima entre as células da área de cobertura). O *NOC* optimizou assim o mapeamento do parâmetro de transmissão (ou seja, todos os parâmetros de transmissão) para toda a área de cobertura. Este mapeamento compreende principalmente um plano de alocação de frequência (bem como outros parâmetros) para ser usado pelos terminais. O *NOC* transmite então este mapeamento para todos os terminais terrestres na rede de acordo com a invenção, usando de preferência uma única transmissão de "radiodifusão" (transmissão simultânea para todos os terminais). O mapeamento é regularmente actualizado de acordo com as variações nas condições de operação da rede.

Cada terminal terrestre recebe este mapeamento, que é armazenado nos meios de armazenamento de terminais e actualizado com cada nova transmissão pelo *NOC*. Para

minimizar a quantidade de armazenamento necessário, o terminal pode armazenar apenas a parte do mapeamento que é necessária para o terminal (tipicamente a parte que corresponde à sua posição actual e na proximidade desta posição).

Quando o terminal pretende enviar uma mensagem, ele começa localizando a sua posição através de meios que utilizam, por exemplo, um sistema de *GPS*; executa alguns meios de software que lhe permite determinar, a partir da sua posição e mapeamento armazenado, os parâmetros de transmissão (banda de frequência, canal de frequência dentro desta banda, polarização, intervalo de tempo, modulação, código, etc.) a serem usados para enviar esta mensagem. Ao contrário das redes conhecidas na técnica anterior, o terminal por isso não tem de enviar um pedido para a *NOC* para obter os seus parâmetros de transmissão.

A rede de acordo com a invenção pode também apresentar uma ou mais das características seguintes, consideradas isoladamente ou de acordo com todas as combinações tecnicamente possíveis:

- os referidos parâmetros de transmissão são determinados pelos referidos meios de optimização para reduzir a interferência cruzada entre as referidas células;
- os referidos meios para determinar a posição geográfica na referida área de cobertura dos terminais móveis de entre o referido conjunto de terminais

terrestres são escolhidos de entre os seguintes meios:

- o meios usando um sistema de posicionamento por satélite (*GPS, EGNOS, Galileo, etc.*);
  - o meios de posicionamento que usam pontos de acesso sem fios (*Wi-Fi, WiMax, etc.*);
  - o meios de posicionamento baseados em uma ou mais estações de base do tipo celular (*GSM, UMTS, etc.*);
  - o meios de posicionamento absolutos tais como a medição do campo magnético da terra ou a potência recebida de estações de rádio conhecidas;
  - o meios de posicionamento relativos tais como um sistema de posicionamento por inércia;
- os referidos meios para determinar a posição geográfica na referida área de cobertura são tais que eles permitem que o referido terminal terrestre determine a sua posição com uma precisão de menos de uma ordem de grandeza para o tamanho da célula na qual o terminal terrestre se encontra situado;
  - os referidos meios de optimização determinam periodicamente os referidos parâmetros de transmissão;
  - o período de actualização situa-se entre 1 e 1440 minutos, dependendo da velocidade de mudança de estado da rede;
  - a actualização periódica é realizada tomando em consideração o estado da referida rede a partir dos dados obtidos em tempo real sobre a posição dos terminais na referida área de cobertura;
  - pelo menos uma célula encontra-se associada a pelo

menos dois feixes do ponto de ligação com o referido satélite, sendo uma banda de frequência alocada a cada um dos referidos dois feixes do ponto, de modo que o referido meio de otimização determina a banda de frequências a utilizar dentro da referida célula de modo a reduzir a interferência cruzada entre as células que formam a área de cobertura;

- os referidos meios de otimização compreendem meios para determinar, em cada actualização, para cada área de cobertura, o canal de frequência a ser usado pelos terminais de acordo com a sua posição na referida área de cobertura, sendo cada banda de frequência dividida em canais de frequência;
- os referidos meios de otimização compreendem meios para determinar, em cada actualização, o tipo de modulação a ser usado pelos terminais dependendo da sua posição na referida área de cobertura;
- a rede de acordo com a invenção compreende uma pluralidade de estações terrestres principais, estando cada estação terrestre central ligada ao referido centro de operações da referida rede;
- os referidos meios de otimização determinam um grupo de parâmetros de transmissão aceitáveis para cada uma das posições geográficas;
- os referidos meios para a determinação dos parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre seleccionam os parâmetros de transmissão a serem utilizadas de acordo com uma distribuição de probabilidade, no grupo de parâmetros

- aceitáveis, para o referido terminal;
- os referidos meios para a determinação dos parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre seleccionam os parâmetros de transmissão a serem utilizadas de acordo com as limitações particulares do referido terminal terrestre, no grupo de parâmetros aceitáveis para o referido terminal;
  - o referido grupo é determinado da referida posição geográfica do referido terminal terrestre pelos referidos meios para determinar os parâmetros de transmissão;
  - os referidos parâmetros de transmissão são determinados pelos referidos meios de optimização tomando em consideração tais factores como:
    - o a intermodulação entre diferentes bandas de frequência a bordo do satélite;
    - o a sensibilidade medida (figura G/T) da antena de satélite para cada cobertura;
  - Os referidos meios de armazenamento do referido terminal terrestre armazenam todos os parâmetros de transmissão.

Um outro objecto da presente invenção é um centro de operação de rede de acordo com a invenção, compreendendo o referido centro de operação:

- meios para determinar, a cada momento, as características dos parâmetros de transmissão da posição dos referidos terminais terrestres na referida

- área de cobertura, conhecidos como meios de otimização, abrangendo os referidos parâmetros de transmissão toda a referida área de cobertura,
- meios para transmitir para cada um dos referidos terminais terrestres todos os parâmetros de transmissão determinados pelos referidos meios de otimização,

Além disso, o objecto da presente invenção é um terminal terrestre para implementação de uma rede de acordo com a invenção, compreendendo o referido terminal:

- meios para determinar a sua posição geográfica na referida área de cobertura,
- meios para armazenar pelo menos uma parte do referido conjunto de parâmetros de transmissão,
- meios para determinar os parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre da referida parte armazenada do referido conjunto de parâmetros de transmissão e da referida posição geográfica.

Outras características e vantagens da invenção irão surgir claramente da descrição dada a seguir, para efeitos indicativos e de modo algum limitativos, tomando como referência as figuras anexas. As figuras representam:

Figura 1 representação esquemática simplificada de uma rede de configuração de múltiplos pontos;

Figura 2 representação esquemática simplificada de uma

rede de acordo com a invenção;

Figura 3 área de cobertura composta por uma pluralidade de células;

Figura 4 área de cobertura da figura 3 com um primeiro plano de frequência;

Figura 5 área de cobertura da figura 3 com um segundo plano de frequência.

Em todas as figuras, os elementos comuns apresentam as mesmas referências.

A figura 1 foi já descrita acima tomando como referência a técnica anterior.

A figura 2 é uma representação esquemática simplificada de uma rede 100 de acordo com a invenção.

Esta rede 100 compreende:

- uma pluralidade de estações terrestres principais 102 tais como porta de conversão de comunicação terrestres; - um centro NOC 105;
- uma pluralidade de terminais terrestres 106 que podem ser terminais móveis mas também terminais fixos (como ilustração é representado aqui um único terminal terrestre 106);
- um satélite de múltiplos pontos 103.

O terminal terrestre 106 está munido com:

- uma antena 110,

- um terminal *GPS* "Sistema de Posicionamento Global" 113, o que lhe permite saber a sua posição através de ligações *LGPS* com satélites 109 a qualquer momento,
- um modem 111 que lhe permite transmitir e receber dados durante as trocas com o satélite de múltiplos pontos 103;
- meios de armazenamento 112 (base de dados);
- meios de gestão 114;
- meios de interface de entrada/saída 115 (teclado, altifalante, etc.)

Os meios de gestão 114 compreendem, tipicamente, um microprocessador controlado por programas situados numa memória de programa. A memória de programa é nomeadamente destinada à gestão das diferentes operações a serem executadas para implementar diferentes funcionalidades do terminal 106. A memória compreende vários meios de software (i.e., aplicações), alguns dos quais são dedicados à implementação da invenção. Em outros exemplos de formas de realização, estes meios de software podem ser substituídos por circuitos electrónicos específicos.

As principais estações terrestres 102 (também denominadas de estações centrais) estão ligadas ao centro *NOC* 105, tipicamente através de uma rede de base da Internet.

Na ligação de retorno, os sinais são enviados para o satélite 103 de múltiplos pontos através de uma

ligação ascendente LMR pelos terminais terrestres 106. Os sinais enviados pelos terminais terrestres 106 são então processados ao nível do satélite 103 que, através da sua carga útil, os amplifica, obtém os sinais a uma frequência apropriada, depois retransmite os sinais a partir da antena ou antenas do satélite numa ligação descendente LDR na forma de um feixe do ponto ou uma pluralidade de feixes do ponto para as estações terrestres 102.

A ligação directa, incluindo as ligações ascendentes *LMF* e ligações descendentes *LDF* das estações terrenas 102 para os terminais terrestres 106 opera de forma idêntica com uma direcção de comunicação oposta.

A área de cobertura na qual os terminais terrestres estão localizados encontra-se dividida em áreas de cobertura de base ou células.

A configuração da rede 100 de acordo com a invenção tal como representada na figura 2 utiliza uma técnica conhecida como a técnica de reutilização de frequência. Esta técnica permite que a mesma gama de frequências seja usada várias vezes no mesmo sistema de satélite a fim de aumentar a capacidade total do sistema sem aumentar a largura de banda alocada. Para cada célula, é possível utilizar pelo menos uma banda de frequência que corresponde a uma parte da largura de banda disponível. Cada banda de frequência está associada a pelo menos um feixe de ponto do satélite de múltiplos pontos. Cada banda

de frequência pode ser dividida numa pluralidade de canais de frequência. Um terminal terrestre 106 irá utilizar um canal de frequência para transmitir; este mesmo terminal 106 irá também operar num intervalo de tempo particular (intervalo temporal).

De acordo com a invenção, o centro NOC 105 compreende meios 108 para a determinação de um mapeamento da área de cobertura com uma determinação dos parâmetros de transmissão característico da posição dos terminais terrestres na área de cobertura. Estes meios de determinação 108 serão posteriormente designados pela expressão "meios de otimização." Os parâmetros de transmissão incluem, tipicamente, a banda de frequência, o canal de frequência, o intervalo temporal e o tipo de modulação ou código a ser usado pelos terminais, dependendo da sua posição na área de cobertura. O mapeamento é abrangente; por outras palavras, o mapeamento inclui os parâmetros de transmissão para toda a área de cobertura: Estes parâmetros de transmissão são determinados pelos meios de otimização 108 de modo a reduzir a interferência cruzada entre células e para maximizar o rendimento do sistema; Deve notar-se que podem ser aceitáveis vários conjuntos de parâmetros para o mesmo local.

Normalmente é proporcionado um mapeamento inicial (voltaremos a este ponto mais tarde em relação às figuras 4 e 5) para o meio de otimização 108. O mapeamento é transmitido para todos os terminais terrestres 106 na rede

100 e, em seguida, armazenado por cada um dos terminais terrestres 106 nos seus meios de armazenamento 112.

A partir de agora, quando um terminal 106 quer estabelecer uma ligação, ele começa por localizar a sua posição através do seu sistema de posicionamento *GPS* 113. Meios de gestão 114 do terminal 106 compreendem uma aplicação de software que permite a determinação, a partir da sua posição e mapeamento armazenado, dos parâmetros de transmissão (banda de frequência, canal de frequência dentro dessa banda, intervalo de tempo, modulação, polarização, nível, código, *FEC*, etc.) a serem usados para estabelecer esta ligação, escolhendo de entre os possíveis parâmetros definidos pelo mapeamento. No caso de uma pluralidade de conjuntos de parâmetros aceitáveis, a escolha, de entre os parâmetros aceitáveis, pode ser feita dependendo das limitações do terminal, tal como o tipo de terminal ou de tipo de mensagem que será enviada e/ou aleatoriamente de acordo com uma distribuição de probabilidade apropriada (possivelmente enviada por *NOC* 105 com o mapeamento).

De acordo com uma forma de realização particularmente vantajosa da invenção, os meios de optimização 108 determinam um novo mapeamento com base em dados em tempo real recolhidos das estações de terreno principais 102, sendo os referidos dados referentes à posição actual dos terminais terrestres no interior da rede. Quando o mapeamento é actualizado pelos meios de

optimização 108, a actualização do mapeamento é transmitida a todos os terminais terrestres 106. O período de actualização situa-se tipicamente entre um minuto a várias horas, dependendo da rapidez com que o estado da rede é alterado. No entanto, na ausência de uma actualização de mapeamento, o mapeamento antigo é enviado bit a bit para beneficiar os terminais que não estavam a escutar antes (terminais que foram desligados, ou falta de recepção de satélite).

Os meios de optimização 108 utilizam tipicamente algoritmos combinatórios de modo a determinar o melhor mapeamento possível para reduzir a interferência cruzada entre as células. Por outras palavras, os meios de optimização 108 irão determinar o mapeamento que permite que a quantidade máxima de dados seja transferida dos terminais terrestres 106 para as estações terrenas 102 através do satélite 103 enquanto minimiza o impacto da interferência cruzada gerada por células diferentes.

Um exemplo de uma área de cobertura 200 encontra-se ilustrado na figura 3. Esta área 200 cobre uma parte da Europa e agrupa 6 células C1 a C6 no caso de uma configuração de múltiplos pontos da ligação de retorno na banda S a 2 GHz para o satélite Eutelsat W2A. Este exemplo é dado com fins puramente ilustrativos e de forma alguma limitativos. O satélite W2A tem 15 MHz de banda de frequência global para cada direcção. O quadro 1 abaixo menciona os países associados com os centros das células

(por outras palavras, cada um destes países permite que uma célula seja identificada).

Quadro 1

C1	C2	C3	C4	C5	C6
Espanha (SP)	Reino Unido (UK)	França (FR)	Itália (IT)	Polónia (PL)	Alemanha (G)

Deve notar-se que as células apresentam áreas de sobreposição. Os terminais da rede de acordo com a invenção conhecem os seus parâmetros de transmissão independentemente da célula ou células nas quais eles estão localizados; de acordo com uma forma de realização preferencial da invenção, é importante que cada terminal possa determinar a sua posição com uma precisão de menos de uma ordem de grandeza para o tamanho da célula na qual o terminal de terra se situa (tipicamente uma precisão de cerca de 50 km para uma célula de 500 km de diâmetro).

Para cada célula, no caso de W2A, é possível utilizar-se até duas bandas de frequência, cada uma tendo uma largura de 5 MHz de entre os 15 MHz de banda disponível. Cada banda de frequência está associada a pelo menos um feixe de ponto do satélite de múltiplos pontos. No caso de um protocolo tipo FDMA, cada banda de frequência de 5 MHz é dividida numa pluralidade de canais de frequência. No caso de um protocolo de tipo CDMA, cada banda representa

um único canal que pode ser utilizado ao mesmo tempo por um número limitado de terminais.

Em cada faixa de frequência de 5 MHz, um terminal terrestre irá utilizar um canal para a transmissão.

A figura 4 representa a área de cobertura da figura 3 com um primeiro plano de frequência 300 que constitui um plano de frequência adaptado para ser implementado sem utilizar uma rede de acordo com a invenção. Este primeiro plano de frequência 300 tem obviamente um certo número de restrições em consideração. Deve notar-se que cada banda de frequência de 5 MHz está associada a uma cor azul, amarela ou vermelha num esquema de reutilização de frequência, também denominado de esquema de cores:

- a cor azul é representada por linhas a tracejado próximas e corresponde à banda de frequência B;
- a cor vermelha é representada por linhas a tracejado espaçadas e corresponde à banda de frequência A;
- a cor amarela é representada por pontos e corresponde à banda de frequência C.

Sem a utilização da invenção, é-se obrigado a alocar frequências (de entre as 12 bandas totais possíveis, quer dizer, 2 bandas para cada uma das 6 células) de acordo com um plano subotimizado para evitar interferência. Tipicamente, no caso do plano 300, são utilizadas apenas 8 bandas de entre as 12 bandas possíveis com uma taxa de bits

total de 50 Mbps. Este plano de frequência 300 é determinado a priori de algoritmos combinatórios de modo a determinar o melhor mapeamento possível para reduzir a interferência cruzada entre as células. O quadro 2 indica as frequências associadas a diferentes países na área de cobertura.

Quadro 2

Espanha (SP)	Reino Unido (UK)	França (FR)	Itália (IT)	Polónia (PL)	Alemanha (G)
B (referenciado por SP-B)	A e C (referenciado por UK-A e UK-C)	A e B (referenciado por FR-A e FR-B)	C (referenciado por IT-C)	B (referenciado por PL-B)	C (referenciado por G-C)

Esta limitação a 8 possíveis bandas está ligada ao desejo de limitar a interferência: Como exemplo, é impossível a utilização da frequência A em Itália porque haveria demasiada interferência de terminais ingleses "mais a sul" na célula C4 que cobre Itália, e dos terminais italianos "mais a norte" na célula C2 que cobre a Grã-Bretanha (a interferência não é necessariamente simétrica).

A rede de acordo com a invenção permite que algumas destas restrições sejam afastadas. A figura 5 representa a área de cobertura da figura 3 com um segundo plano de frequência 400 que constitui um plano de frequência que pode ser implementado num certo momento utilizando a rede de acordo com a invenção. Novamente, cada

banda de frequência de 5 MHz está associada a uma cor azul, amarela ou vermelha num esquema de reutilização de frequência.

- a cor azul é representada por linhas a tracejado próximas e corresponde à banda de frequência B;
- a cor vermelha é representada por linhas a tracejado espaçadas e corresponde à banda de frequência A;
- a cor amarela é representada por pontos e corresponde à banda de frequência C.

De acordo com a invenção, ao considerar-se o caso de uma distribuição uniforme de terminais no território e ao utilizar-se dados do satélite, tipicamente dados de antena, os meios de otimização 108 podem estabelecer um plano de utilização mais otimizada das frequências: De acordo com a figura 5, a mesma banda de frequência A é utilizada em células C4 e C2 que cobrem respectivamente a Itália e Grã-Bretanha na medida em que esta banda A será somente utilizada pelos terminais terrestres nos locais onde é gerada menos interferência. Tipicamente no caso do plano 400, são utilizadas 11 bandas de entre as 12 possíveis bandas com uma taxa de bits total de 92 Mbps (ou um aumento de 80% em relação à taxa possível no caso do plano de frequência 300 da figura 4). O quadro 3 indica as frequências associadas a diferentes países na área de cobertura.

Quadro 3

Espanha (SP)	Reino Unido (UK)	França (FR)	Itália (IT)	Polónia (PL)	Alemanha (G)
B e C (referenciado por SP-B e SP-C)	A e C (referenciado por UK-A e UK-C)	A e B (referenciado por FR-A e FR-B)	A e C (referenciado por IT-A e IT-C)	B e C (referenciado por PL-B e PL-C)	C (referenciado por D-C)

Um exemplo da forma de realização dos meios de optimização 108 baseia-se na optimização incremental de uma configuração inicial.

Uma configuração inicial para o sistema é inicialmente ajustada de acordo com os passos seguintes:

1. a área de cobertura total é dividida em várias áreas de cobertura (que não se sobrepõem), normalmente menores do que o tamanho dos feixes do ponto utilizados pelo satélite;
2. para cada área identificada é escolhido um feixe de ponto que deve receber os sinais transmitidos pelos terminais encontrados nas mesmas;
3. Para cada área, um conjunto de parâmetros é fixada estando baseado nas características conhecidas do satélite (diagramas de radiação de antena, potência, frequência do transponder, etc.) e utilizando a heurística para maximizar o desempenho esperado do sistema (por exemplo, reutilizando a mesma gama de frequência em áreas que estão suficientemente

distantes).

Como exemplo, a cobertura europeia W2A foi dividida em 11 áreas; para cada área, o feixe do ponto que cobre a mesma com o ganho de antena G/T máximo para o valor da temperatura de ruído foi escolhido para servir esta área; depois, uma gama de frequências e polarização foram atribuídas a cada zona, de modo a respeitar as restrições de satélite e as áreas espaçadas com o mesmo par (frequência, polarização) tanto quanto possível.

Tal como mencionado acima, ao explorar dinamicamente a rede de acordo com a invenção, o plano de frequência (isto é, o mapeamento, incluindo os parâmetros de transmissão a serem utilizados pelos terminais terrestres) serão regenerados por meios de otimização significa e continuamente transmitidos por satélite, oferecendo assim ainda mais redução de resposta e de capacidade. O mapeamento globalmente transmitido para todos os terminais será armazenado por cada terminal que irá utilizá-lo, se necessário, a cada nova transmissão. Portanto, enquanto o sistema está em funcionamento, a configuração pode ser otimizada de forma dinâmica da seguinte forma:

1. a posição de todos os terminais é recolhida e armazenada (ao ser baseada na informação de localização enviada durante a última transmissão);
2. será calculado o número de terminais presentes em cada área bem como o seu modelo de comportamento

(probabilidade de que eles irão transmitir uma mensagem no período seguinte);

3. ao utilizar as características conhecidas do satélite, e ao utilizar um modelo estatístico para o comportamento do terminal, são calculados o nível do sinal potencialmente recebido pelos terminais nas áreas servidas, bem como o nível de interferência potencialmente recebida pelos terminais nas áreas não servidas para cada feixe do ponto;

4. O tamanho das áreas que causam a maior parte da interferência (ou que contêm o número mais elevado de terminais) é reduzido e, conseqüentemente, o tamanho das áreas que provocam a menor interferência (ou que contêm o menor número de terminais) é alargado.

Naturalmente, é inteiramente possível utilizar outros algoritmos para meios de optimização 108. Esses algoritmos podem, por exemplo, utilizar uma busca exaustiva de todas as configurações possíveis, uma busca limitada por técnicas de ramificação e ligação ou pesquisas baseadas no algoritmo simplex.

É importante notar que, no caso do satélite W2A, encontra-se planeada uma rede de comunicação que opera com vários milhões de terminais terrestres por célula e mensagens de 100 bytes cada por canal de frequência. Devido a isto, tal operação irá provocar a emissão de mais de um bilhão de mensagens por dia na área de cobertura europeia. Por conseguinte, a rede de acordo com a invenção permite

que uma tal quantidade de mensagens a ser absorvida ao combinar a transmissão de mapeamento de parâmetros de transmissão (actualizados dinamicamente) para terminais com uma localização ao nível de cada um dos terminais.

Naturalmente que a invenção não está limitada à forma de realização que acaba de ser descrita.

Por isso, a invenção foi descrita mais particularmente no caso da banda S mas pode igualmente ser aplicada a outros tipos de bandas de frequência, por exemplo, a banda Ka.

Além disso, mesmo que a invenção tenha sido descrita mais especificamente para uma rede que utiliza um sistema de posicionamento por *GPS*, a invenção é também aplicável a outros meios de posicionamento tais como meios de posicionamento que utilizam pontos de acesso *WiFi* ou baseados numa estação de base do tipo *GSM*.

Além disso, foi descrita a invenção no caso de uma transmissão global de um único mapeamento para todos os terminais terrestres (transmissão do tipo "emissão de radiodifusão"). Também é possível aplicar a invenção a uma transmissão do tipo "multidifusão": Neste caso, um primeiro mapeamento é enviado globalmente para um primeiro grupo de terminais terrestres (por exemplo, terminais terrestres do grande público) e um segundo mapeamento diferente do primeiro é enviado para um segundo grupo de terminais

terrestres (por exemplo, terminais terrestres profissionais).

Mesmo no caso de transmissão do tipo "emissão de radiodifusão", os dados enviados com o mapeamento podem limitar a utilização deste mapeamento a certos grupos de terminais, ou a certos serviços. Tipicamente, certos parâmetros de transmissão podem ser reservados para a transmissão de mensagens urgentes, enquanto que outros parâmetros de transmissão são utilizados para transmitir os parâmetros não urgentes.

Lisboa, 23 de Julho de 2013

**REIVINDICAÇÕES**

1. Rede de telecomunicações (100) para o estabelecimento de ligações de radiofrequência entre pelo menos uma estação terrena principal (102) ligada a um centro de operações (105) da referida rede (100) e terminais terrestres (106) através de um satélite de telecomunicações de múltiplos pontos (103), conhecido como satélite de múltiplos pontos, compreendendo a referida rede (100):

- um satélite de múltiplos pontos (103),
- pelo menos uma estação terrena principal (102),
- um conjunto de terminais terrestres (106),
- uma área de cobertura composta por uma pluralidade de células nas quais os referidos terminais terrestres (106) estão localizados, estando cada célula associada a pelo menos um feixe do ponto com o referido satélite ao qual uma banda de frequência se encontra alocada,
- um centro de operações (105) da referida rede (100) ligado à referida estação terrena principal (102),

sendo a referida rede (100) caracterizada por o referido centro de operação (105) compreender:

- meios (108) para determinar, a cada momento, as características dos parâmetros de transmissão da posição dos referidos terminais terrestres na referida área de cobertura, conhecidos como meios de otimização, abrangendo os referidos parâmetros de transmissão toda a referida área de cobertura,

- meios (107, *LMA, LDA*) para transmitir para cada um dos referidos terminais terrestres (106) todos os parâmetros de transmissão determinados pelos referidos meios de otimização,

compreendendo cada um dos referidos terminais terrestres (106):

- meios (113) para determinar a sua posição geográfica na referida área de cobertura,

- meios (112) para armazenar pelo menos uma parte do referido conjunto de parâmetros de transmissão,

- meios (114) para determinar os parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre (106) da referida parte armazenada do referido conjunto de parâmetros de transmissão e da referida posição geográfica.

2. Rede (100) de acordo com a reivindicação anterior, caracterizada por os referidos parâmetros de transmissão serem determinados pelos referidos meios de otimização (108) para reduzir a interferência cruzada entre as referidas células.

3. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos meios (113) para determinar a posição geográfica na referida área de cobertura dos terminais móveis, de entre o referido conjunto de terminais terrestres, serem escolhidos de entre os seguintes meios:

- meios que utilizam um sistema de posicionamento por

satélite (LGPS , 109);

- meios de posicionamento que usam pontos de acesso sem fios;

- meios de posicionamento baseados em uma ou mais estações de base do tipo celular;

- meios de posicionamento absolutos tais como a medição do campo magnético da terra ou a potência recebida de estações de rádio conhecidas;

- meios de posicionamento relativos tais como um sistema de posicionamento por inércia.

4. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos meios (113) para determinar a posição geográfica na referida área de cobertura serem tais que eles permitem que o referido terminal terrestre determine a sua posição com uma precisão de menos de uma ordem de grandeza para o tamanho da célula na qual o terminal terrestre se encontra situado.

5. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos meios de optimização (108) determinarem periodicamente os referidos parâmetros de transmissão.

6. Rede (100) de acordo com a reivindicação anterior, caracterizada por o período de actualização ser entre 1 e 1440 minutos.

7. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações 5 ou 6, caracterizada por a actualização periódica ser realizada tomando em consideração o estado da referida rede (100) a partir dos dados obtidos em tempo real sobre a posição dos terminais na referida área de cobertura.

8. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por pelo menos uma célula se encontrar associada a pelo menos dois feixes do ponto de ligação com o referido satélite, sendo uma banda de frequência alocada a cada um dos referidos dois feixes do ponto, de modo que o referido meio de optimização (108) determina a banda de frequências a utilizar dentro da referida célula para reduzir a interferência cruzada entre as células que formam a área de cobertura.

9. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos meios de optimização (108) compreendem meios para determinar, em cada actualização, para cada área de cobertura, o canal de frequência a ser usado pelos terminais de acordo com a sua posição na referida área de cobertura, sendo cada banda de frequência dividida em canais de frequência.

10. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos meios de optimização (108) compreendem meios para

determinar, em cada actualização, o tipo de modulação a ser usado pelos terminais de acordo com a sua posição na referida área de cobertura.

11. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por a rede compreender uma pluralidade de estações terrenas principais (102), estando cada estação terrena principal ligada ao referido centro de operações da referida rede (105).

12. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos meios de optimização (108) determinarem um grupo de parâmetros de transmissão aceitáveis para cada uma das posições geográficas.

13. A rede (100) de acordo com a reivindicação anterior, caracterizada por os referidos meios (114) para determinar os parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre (106) seleccionarem os parâmetros de transmissão a serem utilizados de acordo com uma distribuição de probabilidade, no grupo de parâmetros aceitáveis para o referido terminal.

14. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações 12 ou 13, caracterizada por os referidos meios (114) para determinar os parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre (106) seleccionarem os parâmetros de transmissão a ser utilizados

de acordo com as limitações particulares do referido terminal terrestre (106), no grupo de parâmetros aceitáveis para o referido terminal.

15. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações 12 a 14, caracterizada por o referido grupo ser determinado da referida posição geográfica do referido terminal terrestre (106) pelos referidos meios (114) para determinar os parâmetros de transmissão.

16. Rede (100) de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos parâmetros de transmissão serem determinados pelos referidos meios de otimização (108) ao considerar factores tais como

- a intermodulação entre diferentes bandas de frequência a bordo do satélite;
- a sensibilidade medida da antena do satélite para cada cobertura.

17. Rede de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizada por os referidos meios de armazenamento (112) do referido terminal terrestre (106) armazenarem todos os parâmetros de transmissão.

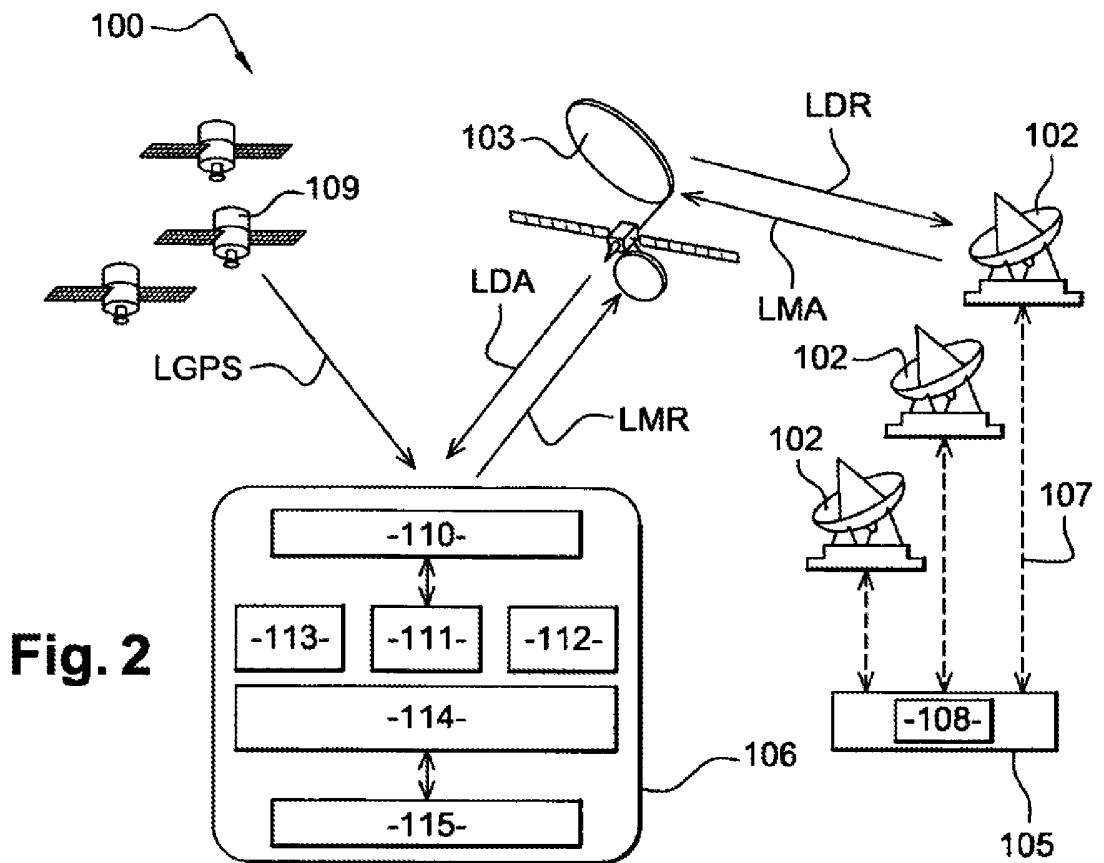
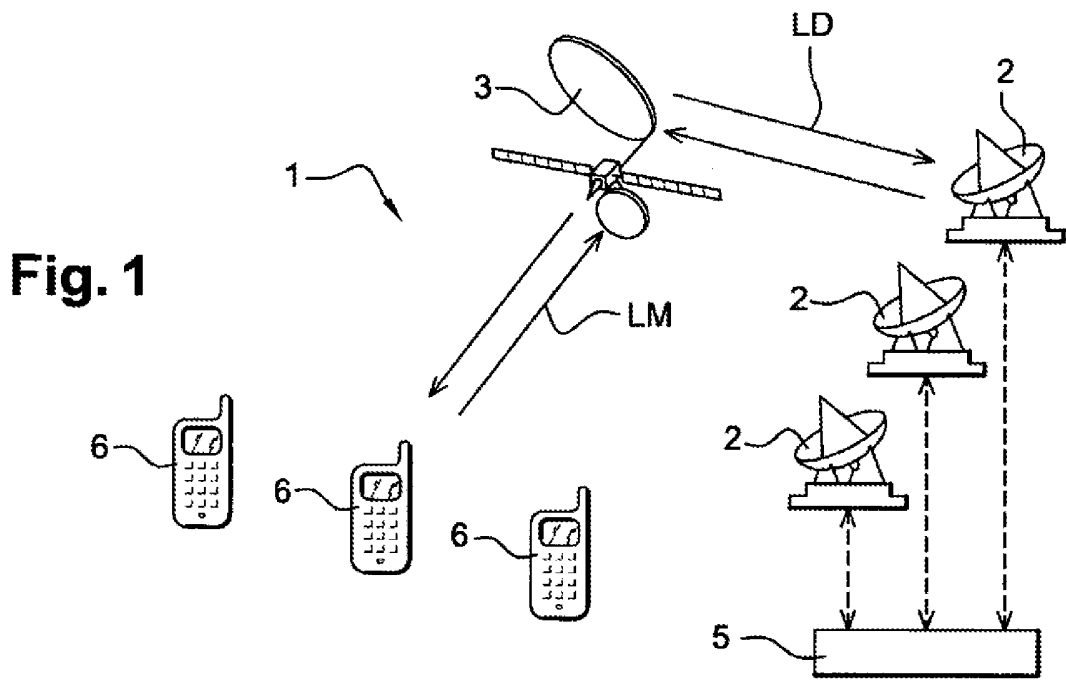
18. Centro de operações (105) de uma rede de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 17, caracterizado por o referido centro de operações (105) compreender:

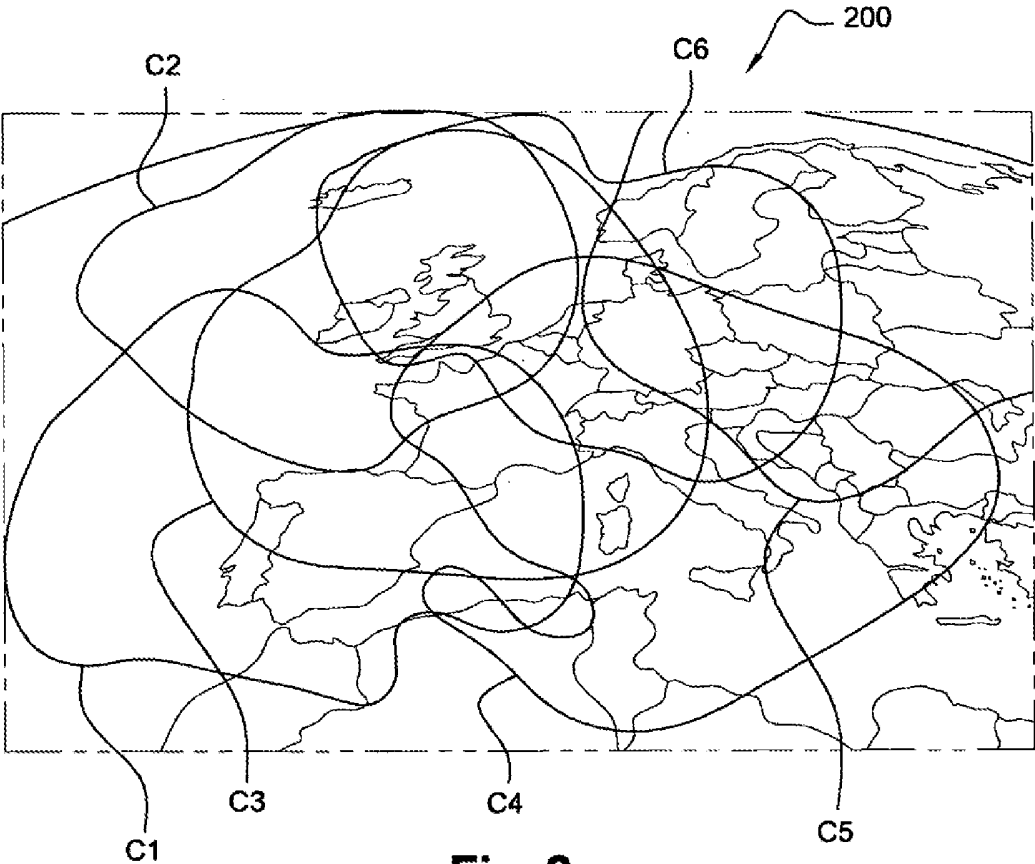
- meios (108) para determinar, a cada momento, as características dos parâmetros de transmissão da posição dos referidos terminais terrestres na referida área de cobertura, conhecidos como meios de optimização, abrangendo os referidos parâmetros de transmissão toda a referida área de cobertura,
- meios (107, LMA, LDA) para transmitir para cada um dos referidos terminais terrestres (106) todos os parâmetros de transmissão determinados pelos referidos meios de optimização.

19. Terminal terrestre (106) para implementar uma rede de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 17, caracterizado por o referido terminal (106) compreender:

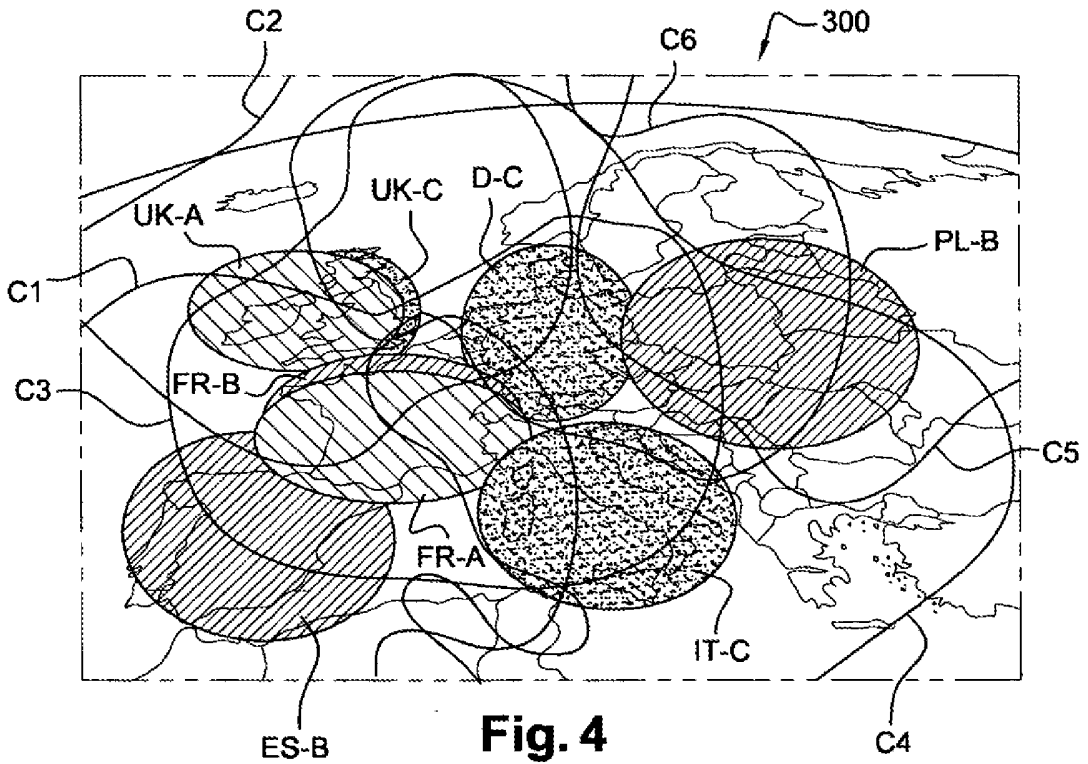
- meios (113) para determinar a sua posição geográfica na referida área de cobertura,
- meios (112) para armazenar pelo menos uma parte do referido conjunto de parâmetros de transmissão,
- meios (114) para determinar os parâmetros de transmissão a serem utilizados pelo referido terminal terrestre (106) da referida parte armazenada do referido conjunto de parâmetros de transmissão e da referida posição geográfica.

Lisboa, 23 de Julho de 2013

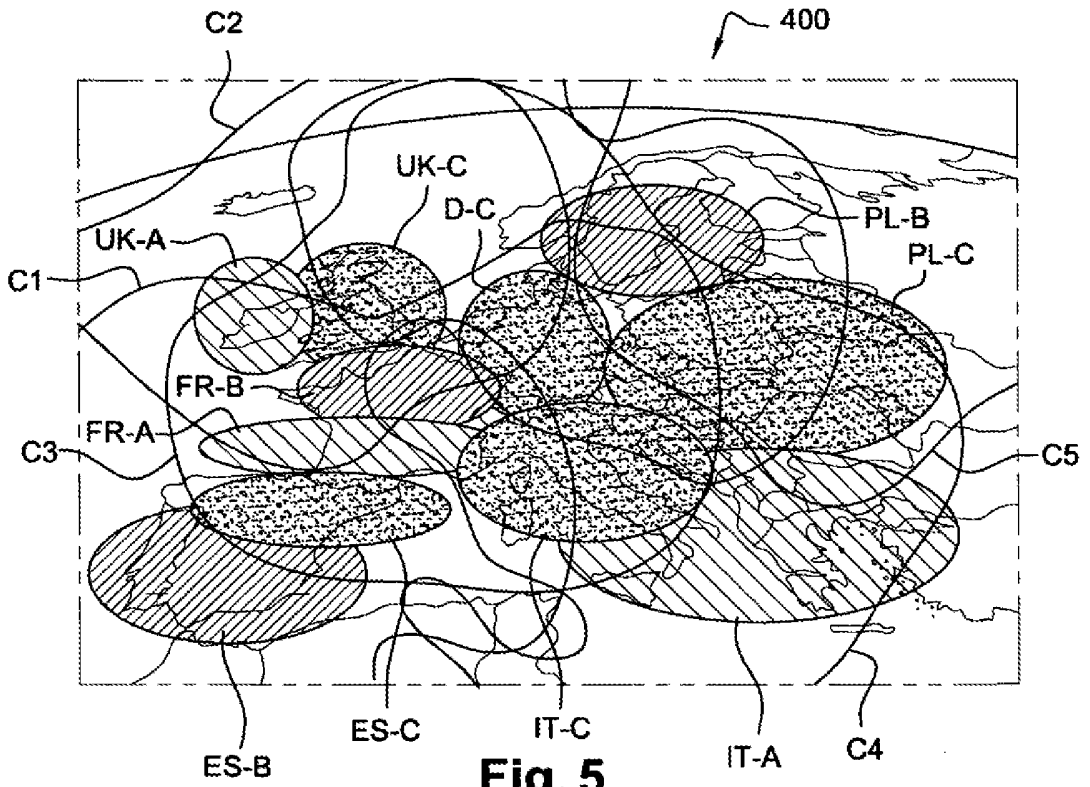




**Fig. 3**



**Fig. 4**



**Fig. 5**

**REFERÊNCIAS CITADAS NA DESCRIÇÃO**

*Esta lista de referências citadas pelo requerente é apenas para conveniência do leitor. A mesma não faz parte do documento da patente Europeia. Ainda que tenha sido tomado o devido cuidado ao compilar as referências, podem não estar excluídos erros ou omissões e o IEP declina quaisquer responsabilidades a esse respeito.*

**Documentos de patentes citadas na descrição**

- EP 0999662 A