

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 539**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/02** (2010.01)

**H04W 64/00** (2009.01)

**H04B 7/185** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2012 E 12723647 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2715392**

54 Título: **Procedimiento de localización de un terminal en la superficie de un área de cobertura por medio de una red de telecomunicación que utiliza un satélite multihaz**

30 Prioridad:

**27.05.2011 FR 1154663**

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

**26.05.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ARCIDIACONO, ANTONIO;  
FINOCCHIARO, DANIELE VITO y  
LE PERA, ALESSANDRO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 536 539 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**

Procedimiento de localización de un terminal en la superficie de un área de cobertura por medio de una red de telecomunicación que utiliza un satélite multihaz

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de localización de un terminal en la superficie de un área de cobertura por medio de una red de telecomunicación para el establecimiento de enlaces por radiofrecuencia. El procedimiento de localización geográfica es de aplicación más específica a una red que utiliza un satélite de varios haces, llamado satélite multihaz. Este tipo de satélite permite la utilización de varios haces a bordo del satélite para cubrir áreas geográficas o células, en lugar de un sólo haz amplio.

10 Son conocidos numerosos procedimientos de localización geográfica de terminales en la superficie de un área de cobertura dada.

De ellos, el más conocido es el sistema GPS "Global Positioning System", que funciona en virtud del cálculo de la distancia que separa un terminal que lleva integrado un receptor GPS y varios satélites. Tal sistema plantea, con todo, un cierto número de dificultades.

15 En primer lugar, el sistema implica, por supuesto, que el terminal lleva integrado un receptor GPS, con lo cual no da cobertura a un terminal de telecomunicaciones genérico.

20 Adicionalmente, a veces es importante conocer de manera inequívoca la posición de un terminal en un centro de servicio, más que en el propio terminal (típicamente, en el caso de la localización geográfica de una flota de vehículos por parte de una empresa). En este caso, el terminal GPS transmite su posición a la empresa a través de una red de telecomunicaciones. No obstante, tal solución puede presentar ciertos inconvenientes por cuanto que el usuario del terminal puede falsificar los datos GPS transmitidos (por ejemplo, por intermedio de un emulador GPS).

25 Otra solución conocida consiste en utilizar un servicio del tipo OmniTRACS™. Una caja instalada en un vehículo efectúa mediciones sobre unos datos enviados por una estación terrestre de tipo "hub" a través de varios satélites de telecomunicación y luego, por intermedio de un satélite, transmite las mediciones efectuadas hacia una estación terrestre o un centro de operación de la red de tipo NOC ("Network Operating Center"), el cual va a tratar las mediciones efectuadas y a determinar la posición del vehículo.

Aparte del coste nada desdeñable de semejante sistema (particularmente ligado a la presencia de una caja sofisticada provista de una antena móvil, o "steerable" en inglés), la falsificación de los datos transmitidos vuelve a ser totalmente concebible, al no disponer el NOC de medio alguno para certificar la posición del vehículo o terminal.

30 En general, los procedimientos conocidos a día de hoy para determinar, en un centro de servicio, la posición de un terminal de limitado precio se basan en datos medidos y enviados a continuación por el propio terminal, y al centro de servicio no le es posible establecer la autenticidad de esos datos y, con ello, la posición del terminal calculada a partir de esos datos.

35 En este contexto, la presente invención está orientada a proveer un procedimiento económico de localización de un terminal en la superficie de un área de cobertura por medio de una red de telecomunicación, llevándose a cabo la determinación de la localización de manera inequívoca (es decir, sin posible falsificación por parte del usuario del terminal) y utilizando al propio tiempo un terminal de telecomunicación.

40 Para tal fin, la invención propone un procedimiento de localización de un terminal en la superficie de un área de cobertura por medio de una red de telecomunicación para el establecimiento de enlaces por radiofrecuencia, incluyendo la red un satélite de telecomunicación de varios haces, llamado satélite multihaz, incluyendo dicho satélite multihaz una antena multihaz, componiéndose dicha área de cobertura de una pluralidad de células, estando asociada cada célula a al menos un haz de enlace con el satélite al que se asigna una banda de frecuencias, incluyendo dicho procedimiento las siguientes etapas:

- 45 - transmisión por el canal ascendente, por parte de dicho terminal, de un mensaje incorporado en una señal modulada hacia dicho satélite en una frecuencia compartida por al menos tres haces diferentes de enlace en el canal ascendente, de modo que dicho mensaje sea recibido por dicho satélite multihaz por intermedio de dicha antena multihaz con tres amplitudes diferentes;
- transmisión por el canal descendente, por parte de dicho satélite multihaz, de tres señales moduladas que llevan incorporado dicho mensaje, correspondiéndose cada una de las señales primera, segunda y tercera con un haz diferente de entre dichos tres haces;
- 50 - recepción, por parte de unos medios de recepción terrestres, de dichas señales primera, segunda y tercera;
- determinación, por parte de unos medios de cálculo terrestres, de las amplitudes del mensaje enviado por el terminal contenido en dichas señales primera, segunda y tercera;

- determinación de la localización de dicho terminal a partir de dichas amplitudes de dicho mensaje incorporado en dichas señales primera, segunda y tercera.

Por terminal se entiende un terminal que puede ser fijo, transportable, tal como un decodificador, por ejemplo, o móvil.

- 5 De acuerdo con la invención, se utilizan ventajosamente tres haces que comparten una misma frecuencia en el canal ascendente; el mensaje transmitido por el terminal es recibido por la antena multihaz del satélite con tres amplitudes diferentes; por el canal descendente se transmiten tres señales que llevan incorporado dicho mensaje el cual, correspondiéndose con esas tres amplitudes, posee los mismos datos útiles, hacia unos medios terrestres de recepción (típicamente una estación terrestre), que van a detectar dicho mensaje en cada una de las tres señales y a determinar las amplitudes del mismo. El conocimiento de esas amplitudes va a permitir posicionar el terminal en la zona de servicio utilizando el nexo entre las amplitudes del mensaje en las señales recibidas y los factores de mérito asociados a la posición del terminal con relación a cada una de las células respectivamente asociadas a los tres haces.

- 15 Se hace notar que, en virtud de la invención, la determinación de la posición del terminal se lleva a cabo sin adaptación del terminal, que puede ser un terminal estándar de telecomunicación. Es más, el terminal no efectúa ningún cálculo específico para la determinación de su posición.

Adicionalmente, para la puesta en práctica del procedimiento según la invención se necesita un único satélite de telecomunicación multihaz; este satélite se puede utilizar a la vez para la puesta en práctica del procedimiento según la invención y para cubrir comunicaciones.

- 20 Se hace notar que el terminal no interviene en la determinación de su posición; en consecuencia, el usuario del terminal no puede falsificar la posición de este último.

El procedimiento según la invención puede presentar asimismo una o varias de las subsiguientes características, consideradas individualmente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 25 - dicha señal que lleva incorporado dicho mensaje emitido por el terminal (y, por lo tanto, dichas tres señales recibidas por la antena multihaz) es modulada según un protocolo de espectro ensanchado;
- dicho mensaje incorporado en dicha primera señal es recibido por dichos medios de recepción terrestres con una amplitud mayor que la de dicho mensaje incorporado en las señales segunda y tercera, incluyendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
- 30 ○ demodulación mediante dichos medios de cálculo terrestres de dicha primera señal al objeto de recuperar la siguiente información relativa al mensaje:
- los datos útiles del mensaje;
  - los parámetros de emisión y/o de codificación de dicho mensaje;
- 35 ○ utilización de dicha información relativa al mensaje para buscar dicho mensaje respectivamente en dichas señales segunda y tercera mediante dichos medios de cálculo terrestres (la utilización de dicha información permite acelerar esta búsqueda respecto a una búsqueda estándar en la que no se dispusiera de esta misma información);
- dicha señal que lleva incorporado dicho mensaje emitida por el terminal es modulada según un protocolo de espectro ensanchado y dichos parámetros de emisión y/o de codificación recuperados incluyen la secuencia binaria de espectro ensanchado;
- 40 - dichos medios de cálculo terrestres encuentran dicho mensaje respectivamente en dichas señales segunda y tercera mediante una operación de correlación;
- la transmisión por el canal descendente por parte de dicho satélite multihaz de dichas tres señales moduladas que llevan incorporado dicho mensaje se lleva a cabo en tres frecuencias diferentes entre sí;
- 45 - el procedimiento según la invención incluye una etapa de determinación de al menos dos de las tres diferencias de las amplitudes del mensaje incorporado en dichas señales primera, segunda y tercera;
- el procedimiento según la invención incluye:
- una etapa de determinación de las curvas que representan la diferencia de los factores de mérito correspondientes a dichas diferencias de amplitudes;
  - una etapa de determinación de la localización de dicho terminal correspondiente a la intersección de
- 50 dichas curvas;

- dichos medios de recepción terrestres reciben periódicamente mensajes por parte de uno o varios terminales de referencia cuya posición exacta es conocida (por ejemplo, contenida en el propio mensaje), permitiendo dicha o dichas posiciones corregir las líneas de factores de mérito utilizadas para la determinación de la posición de dicho terminal;
- 5 - se determinan las tres diferencias de las amplitudes del mensaje incorporado en dichas señales primera, segunda y tercera;
- la información recuperada por dichos medios de cálculo terrestres en dicha primera señal incluye el preámbulo de dicho mensaje.
- 10 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán claramente de la descripción que de la misma se da a continuación, a título indicativo y sin carácter limitativo alguno, haciendo referencia a las figuras que se acompañan, en las cuales:
- La figura 1 es una representación esquemática simplificada de una red de configuración multihaz para la puesta en práctica del procedimiento según la invención;
- la figura 2 ilustra las diferentes etapas del procedimiento según la invención;
- 15 la figura 3 ilustra una serie de líneas de factores de mérito correspondientes a un primer haz de un área de cobertura;
- la figura 4 ilustra una serie de líneas de factores de mérito correspondientes a un segundo haz de la misma área de cobertura que la figura 3;
- 20 la figura 5 ilustra una serie de líneas de factores de mérito correspondientes a un tercer haz de la misma área de cobertura que la figura 3;
- la figura 6 ilustra una serie de líneas que representan la diferencia de factores de mérito de las figuras 3 y 4;
- la figura 7 ilustra una serie de líneas que representan la diferencia de factores de mérito de las figuras 4 y 5;
- la figura 8 ilustra una serie de líneas que representan la diferencia de factores de mérito de las figuras 3 y 5; y
- 25 la figura 9 representa el área de cobertura así como las líneas de diferencias de factores de mérito calculadas a partir de las cartografías de factores de mérito para los tres valores de diferencias de amplitudes determinados mediante el procedimiento según la invención en el ejemplo específico que posteriormente se describe.
- En todas las figuras, los elementos comunes llevan los mismos números de referencia.
- La figura 2 ilustra las diferentes etapas de un procedimiento 200 de localización de un terminal en una red de telecomunicación según la invención. Este procedimiento 200 puede ser llevado a la práctica, por ejemplo, por
- 30 medio de una red de telecomunicación tal como la red 100 representada en la figura 1.
- Esta red 100 incluye:
- al menos una estación terrestre principal 102 tal como una pasarela de comunicación terrestre (“gateway” en inglés);
  - un centro de operación de la red o NOC “Network Operating Center” 105;
- 35 - una pluralidad de terminales móviles de los cuales, en este caso, solo uno T aparece representado a título de ilustración;
- un satélite multihaz 103.
- El satélite multihaz 103 es, en este caso, un satélite de tipo “transparente” (es decir, provisto de una carga de pago transparente), cuya carga de pago consiste esencialmente en una traslación de frecuencias de las señales recibidas
- 40 en el satélite previa a una amplificación para reemitirlas en un enlace descendente. Dicho de otro modo, el procedimiento según la invención se aplica en este tipo de satélite transparente y no en satélites de tipo “regenerativo” (es decir, provisto de una carga de pago regenerativa) cuya carga de pago demodula y modula nuevamente las señales a bordo del satélite.
- En el caso de sistema de telecomunicación vía satélite de banda ancha (“broadband” en inglés) de alta velocidad, el
- 45 satélite 103 se utiliza de manera bidireccional, es decir, a la vez para:
- retransmitir datos emitidos por la estación terrestre principal 102 hacia los terminales T: este primer enlace de tipo de punto a multipunto constituye el canal de ida (“forward link” en inglés);

- retransmitir hacia la estación terrestre principal 102 los datos emitidos por los terminales terrestres T: este segundo enlace, de tipo de multipunto a punto, constituye el canal de retorno ("return link" en inglés).

5 La estación terrestre principal 102 está enlazada con el centro NOC 105 (típicamente a través de Internet). El centro NOC 105 es un sistema de gestión de la red que permite a la entidad explotadora supervisar y controlar todos los componentes de la red.

10 Por el canal de retorno se envían señales moduladas hacia el satélite multihaz 103 en un enlace ascendente LMR, por parte del terminal terrestre T. Las señales enviadas por los terminales terrestres T son procesadas a continuación en el satélite 103 el cual, por intermedio de su carga de pago, las amplifica, las deriva a una frecuencia adecuada y luego las retransmite a partir de la o las antenas de satélite en un enlace descendente LDR en forma de un haz o de una pluralidad de haces hacia la o las estaciones terrestres 102.

El canal de ida que incluye los enlaces ascendente LMA y descendente LDA de la o de las estaciones terrestres 102 hacia los terminales terrestres T funciona de idéntica manera con una dirección de comunicación inversa. En el contexto de esta invención, el canal de ida no se utiliza.

15 El satélite 103 cubre un área de cobertura en la que se encuentran los terminales terrestres T descompuesta en áreas de cobertura elementales o células. La configuración de la red 100 tal y como se ha representado en la figura 1 utiliza una técnica llamada de reutilización de frecuencias: esta técnica permite utilizar un mismo margen de frecuencias varias veces en el mismo sistema vía satélite con el fin de incrementar la capacidad total del sistema sin aumentar el ancho de banda asignado.

20 A cada célula le es posible utilizar al menos una banda de frecuencias correspondiente a una parte del ancho de banda disponible. Cada banda de frecuencias está asociada a un haz del satélite multihaz 103. En este caso, se representan tres células A, B y C, encontrándose el terminal T, tal y como está ilustrado, en la célula A. Cada una de las células está iluminada individualmente por un haz (al cual se designará igualmente por las referencias A, B y C, respectivamente) de antena de la antena multihaz del satélite 103.

25 En general, la ganancia de antena de cada haz se eleva en el interior de la correspondiente célula, y decrece en el exterior de la célula. Consiguientemente, el terminal T será mejor "oído" por el satélite 103 en el haz correspondiente a la célula A que en los haces correspondientes a las células B y C (el satélite 103 está provisto de una antena multihaz que escucha los diferentes haces correspondientes a las diferentes células). Cada banda de frecuencias se puede descomponer en una pluralidad de canales de frecuencias. Así, un terminal terrestre T utilizará, para emitir, un canal de frecuencia; este mismo terminal T va a operar igualmente en un intervalo de tiempo (ranura temporal) particular.

35 Una célula cubre una superficie de entre un centenar de kilómetros y varios miles de kilómetros (es, decir, un país entero). Cuando se afirma que un haz cubre (o se corresponde con) una célula, esto significa que una parte de la ganancia de la antena de recepción multihaz del satélite se concentra en esa célula, de modo que el factor de mérito resultante es superior a un valor umbral dado S. Expresado generalmente en dB/K, el factor de mérito, señalado con G/T, se corresponde con el cociente de la ganancia de la antena de recepción en la dirección del terminal por la temperatura de ruido equivalente del sistema receptor. En lo sucesivo, se señalará con S(T, A) el factor de mérito G/T asociado a la célula A (que designa indistintamente el haz A) para la posición del terminal T; de manera más general, se señalará en lo sucesivo con S(Y, X) (expresado en dB/K) el factor de mérito G/T asociado a la célula X (haz X) para la posición del terminal Y. Este factor de mérito incluye el factor de mérito de la antena de satélite de recepción (que depende de la posición geográfica del terminal), del amplificador a bordo del satélite, de la antena de recepción de la estación terrestre, de sus amplificadores y cables hasta la entrada del demodulador. Se hace notar que entre todos los factores que contribuyen al G/T total, solo el G/T de la antena multihaz a bordo del satélite cambia según la posición geográfica del terminal.

45 Los procedimientos de codificación y de modulación para un sistema de telecomunicación se eligen de modo que el valor umbral S garantice un nivel suficiente de calidad de servicio, nivel de calidad de servicio este que no queda garantizado si el terminal está localizado en un lugar donde el factor de mérito es inferior al valor umbral S (se considera entonces que el umbral está fuera de la cobertura del haz). A efectos prácticos, queda claro que el factor de mérito decrece progresivamente cuando se sale de la célula. La cobertura de una célula está representada mediante una serie de líneas (o figuras) de factores de mérito sucesivas y sensiblemente concéntricas, siendo el factor de mérito idéntico en cualquier punto de cada línea y disminuyendo este según nos vamos alejando del centro de la célula. La geometría exacta puede ser muy compleja y depende de la manera en que esté realizada la antena (reflectores, red de conformación de los haces o "beam forming network" en inglés, ...).

50 La figura 3 ilustra una serie de líneas LA de factores de mérito correspondientes a un primer haz A en el área de cobertura de Europa.

55 La figura 4 ilustra una serie de líneas LB de factores de mérito correspondientes a un segundo haz B en el área de cobertura de Europa.

La figura 5 ilustra una serie de líneas LC de factores de mérito correspondientes a un tercer haz C en el área de cobertura de Europa.

5 En las figuras 3 a 5, la transición de una línea a otra se opera según un paso de 1 dB/K, presentando el factor de mérito más elevado la línea que circunda el área de menor diámetro, entendiéndose que la disminución del factor de mérito desde el centro de la célula hacia su exterior se opera de manera continua.

A título de ejemplo, se observa así en esas figuras 3 a 5 que la ciudad de Roma queda cubierta por los tres haces A, B y C con factores de mérito diferentes, respectivamente 8,7 dB/K para el haz A (figura 3), 6,5 dB/K para el haz B (figura 4) y -5 dB/K para el haz C (figura 5). Las líneas LA1, LB1 y LC1 que pasan por Roma se han representado en trazo discontinuo a título meramente ilustrativo.

10 Por lo tanto, se observa que el conocimiento de las tres líneas LA1, LB1 y LC1 de factores de mérito permite determinar la posición de un terminal que emite desde Roma y que se encuentra en la intersección de estas tres líneas. Este resultado será utilizado ventajosamente por el procedimiento según la invención.

En lo que sigue, partiremos del supuesto de que las células A, B y C representadas de manera esquemática en la figura 1 corresponden a las figuras de mérito respectivamente representadas en las figuras 3, 4 y 5.

15 El procedimiento 200 de localización de un terminal en la superficie de un área de cobertura (en este caso, Europa) por medio de una red de telecomunicación 100 tal como la propia de la figura 1 funciona de la siguiente manera.

Partiremos del supuesto de que las tres células A, B y C (correspondientes a los haces A, B y C) están asociadas a una misma banda de frecuencias y de que el terminal terrestre T está localizado en la célula A. El terminal T está localizado, por ejemplo, en Roma.

20 La estación terrestre principal incluye en este caso tres demoduladores / decorreladores 116A, 116B y 116C adaptados para demodular respectivamente las señales procedentes de las células A, B y C.

25 Las modulaciones funcionan, por ejemplo, siguiendo un protocolo asíncrono de acceso aleatorio múltiple con ensanchamiento de banda por modulación del tipo SPREAD ALOHA que utiliza técnicas de eliminación de interferencias. Tal procedimiento se encuentra descrito, por ejemplo, en el documento US2010/0054131 (del Rio Herrero et al.).

En el caso ilustrado en la figura 1, el terminal T situado en la célula A será "oído" con una cierta potencia por el demodulador 116A, con una potencia menor por el demodulador 116B y con una potencia aún menor por el demodulador 116C. A título de indicación, la ciudad de Roma está cubierta por los tres haces A, B y C con factores de mérito decrecientes (figuras 3 a 5).

30 Por otro lado, se hace notar que, en este caso, se ha representado una única estación terrestre 102 que incluye tres demoduladores, aunque cabe asimismo la posibilidad de tener tres estaciones terrestres localizadas en diferentes lugares.

35 Según una primera etapa 201 del procedimiento 200 según la invención, el terminal T transmite por el canal ascendente LMR un mensaje incorporado en una señal modulada SM hacia el satélite 103 a una frecuencia perteneciente a la banda de frecuencias compartida por los tres haces A, B y C.

El procedimiento según la invención utiliza preferiblemente una codificación y una modulación elegidas con el fin de obtener un valor umbral S (tal como antes se ha definido) muy bajo. Esto equivale a ensanchar las células respecto a un sistema de telecomunicación convencional, para que la señal SM emitida pueda ser recuperada en tres células diferentes.

40 Según una etapa 202, dicha señal SM que lleva incorporado el mensaje emitido por el terminal es recibida por la antena multihaz del satélite 103; el mensaje incluido en la señal SM es recibido con tres amplitudes diferentes según que sea recibido por las partes de la antena respectivamente correspondientes a los haces A, B y C; la antena incluye uno o varios reflectores, así como una red de conformación de señales de haces ("beam forming network" en inglés) con destino a las entradas del repetidor del satélite. Tal como ya se ha apuntado antes, la amplitud del mensaje incorporado en la señal recibida en el haz A será la más elevada, siendo menor la amplitud del mensaje incorporado en la señal recibida en el haz B y siendo la menor de las tres la amplitud del mensaje incorporado en la señal recibida en el haz C. Por lo tanto, se puede considerar que, a partir de una sola señal que lleva incorporado un mensaje enviado por el terminal T, se dispone en el satélite de tres señales que llevan incorporado ese mismo mensaje pero con amplitudes diferentes.

50 Según una etapa 203, las señales que incluyen la copia del mensaje con tres amplitudes diferentes son procesadas a continuación en el satélite 103 el cual, por intermedio de su carga de pago, las deriva y las modula a una frecuencia adecuada (en este caso, tres frecuencias diferentes para cada una de las señales), las amplifica y luego, por el canal descendente LDR, transmite estas tres señales S1, S2 y S3 que, moduladas a frecuencias diferentes, llevan incorporado dicho mensaje, desde la o las antenas de satélite hacia la estación terrestre 102; las tres señales

S1 a S3 contienen sendas réplicas del mensaje único enviado por el terminal T y recibido por el satélite según los tres haces A, B y C. Las tres señales S1 a S3 también pueden contener señales con origen en otros terminales, así como interferencia y ruido.

5 Según una etapa 204, fácilmente se comprende que el demodulador 116A (haz A) recibirá la señal procedente del terminal T con más potencia que los demoduladores 116B (haz B) y 116C (haz C).

10 En la medida en que sea bueno el balance de enlace correspondiente a la transmisión de la señal según el haz A, el demodulador 116A es capaz de procesar esa señal y de recuperar la información correspondiente al mensaje transmitido por el terminal. Esta información contiene los datos útiles del mensaje, pero también el identificador del terminal, la fase de la señal, la posición temporal (es decir, número de muestra referente al reloj de la estación terrestre 102) del mensaje en la señal recibida; al buscar el mensaje, el demodulador 116A va a determinar asimismo la secuencia binaria de ensanchamiento espectral ("spreading sequence" en inglés). La información binaria contenida en la señal radioeléctrica es extraída, por ejemplo, mediante dos operaciones efectuadas en muchos casos de manera intrincada, una primera operación de transposición en frecuencia con ayuda de una portadora originada localmente mediante circuito de tipo oscilador PLL ("Phase Lock Loop") que permite transponer la señal a banda base, y una segunda operación consistente, por ejemplo, en muestrear la señal, en operar una etapa de desensanche con ayuda de secuencias binarias pseudoaleatorias mediante un generador de secuencias binarias y en demodular la señal desensanchada; el demodulador genera así varias secuencias binarias y luego efectúa una operación de correlación. Para recuperar la información del mensaje, el demodulador debe generar la misma secuencia de ensanchamiento que la utilizada en emisión y multiplicarla por la señal recibida, siendo así restaurados los datos codificados mediante esta secuencia por una operación de correlación (desensanche).

20 Según la etapa 205, disponiendo del completo conocimiento del mensaje enviado por el terminal T así como de los parámetros de transmisión (es decir, la secuencia binaria de ensanchamiento de espectro), cada uno de los demoduladores 106B y 106C es capaz de encontrar el mensaje transmitido por el terminal T en las respectivas señales S2 y S3 recibidas. Para conseguir esto, cada uno de los demoduladores 106B y 106C, aparte de una transposición en frecuencia y un muestreo, efectúa una operación de correlación, simplificada por el conocimiento de los datos útiles del mensaje, del preámbulo del mensaje y de la secuencia binaria de ensanchamiento de espectro. El hecho de conocer el mensaje facilita considerablemente la búsqueda del mensaje en la señal por parte de los demoduladores 106B y 106C, que reciben la señal con una relación señal a ruido mucho menor que la del demodulador 106A. Se hace notar, por otro lado, que el demodulador 106A puede comunicar asimismo una información relativa al número de la muestra al objeto de permitir a los demoduladores 106B y 106C ganar tiempo durante la operación de correlación (es decir, disponer de una ventana temporal en la que se encuentra el mensaje y donde pueden ir a buscar directamente los demoduladores 106B y 106C). Otra manera de mejorar la relación señal a ruido puede consistir en utilizar un procedimiento de anulación de interferencias para las señales procedentes de cada una de las células A, B y C (anulación de interferencias intracelular). Para conseguir esto, la estación terrestre 102 reconstruye una señal "limpia" (es decir, señal sin ruido) a partir de los datos recuperados del mensaje y luego sustrae de la señal recibida esta señal "limpia". La nueva señal obtenida, a su vez, pasa por una demodulación mediante el demodulador correspondiente a la célula (116A, 116B o 116C). Esta operación se puede repetir para otros paquetes. Su principio de funcionamiento consiste en regenerar interferencia utilizando la señal estimada en la salida de la etapa en curso. Esta interferencia se descuenta entonces de la señal recibida y la señal resultante constituye la entrada de la etapa siguiente. La operación se puede llevar a cabo agrupando varios paquetes (por ejemplo, se demodulan diez paquetes antes de regenerar la señal que se va a sustraer).

Así, tras la etapa 205, la estación terrestre 102 dispone de un completo conocimiento del mensaje enviado por el terminal T y de su posición en el interior de las señales recibidas a partir de los tres haces A, B y C.

45 Según la etapa 206, la estación terrestre 102 va a determinar, a partir del conocimiento completo del mensaje enviado y de su posición en el interior de las señales recibidas, la amplitud  $P(T, A)$ ,  $P(T, B)$  y  $P(T, C)$  a la que ha recibido dicho mensaje en el interior de las señales S1 a S3 respectivamente correspondientes a los haces A, B y C. Cada una de las amplitudes  $P(T, A)$ ,  $P(T, B)$  y  $P(T, C)$  se corresponde respectivamente con las potencias a las cuales ha sido recibido por la estación terrestre 102 el mensaje transmitido por el terminal T según los respectivos haces A, B y C. Se encuentran descritos diferentes procedimientos de determinación de amplitudes, por ejemplo, en los siguientes documentos: "Analysis of a DS/CDMA successive interference cancellation scheme using correlations" (P. Patel, J. Holtzman, IEEE Global Telecommunications Conference 1993, GLOBECOM '93, Houston TX USA, 29 Nov-2 Dec 1993, pp. 76-80 vol. 1), "Analysis of a simple successive interference cancellation scheme in a DS/CDMA System IEEE Journal on Selected Areas in Communications" (P. Patel, J. Holtzman, Jun 1994, Volume 12, Issue 5, pp. 796-807), "Practical Implementation of Successive Interference Cancellation in DS/CDMA Systems" (K. Pedersen, T. Kolding, I. Seskar, J. Holtzman, Proceedings ICUPC'96, Cambridge, MA, pp. 321-325). Se hace notar que las diferentes etapas de cálculo descritas se pueden realizar mediante medios de cálculo incluidos en la estación terrestre 102 o en el centro de operación de la red NOC 105.

60 Se hace notar asimismo que los cálculos no necesariamente son realizados todos ellos en tiempo real; típicamente, las operaciones de correlación se pueden realizar después de haber sido almacenados los datos necesarios para estas operaciones según la naturaleza del servicio solicitado.

Partiendo del supuesto de que una misma estación terrestre 102 recibe el conjunto de las tres señales (y, por lo tanto, de que se tiene un mismo balance de enlace), se puede mostrar que  $P(T, A)$  es proporcional a la PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente, o EIRP) de emisión del terminal T y a la figura de mérito  $S(T, A)$  del haz A en la posición del terminal; el mismo razonamiento tiene aplicación para  $P(T, B)$  y  $P(T, C)$ . Puesto que la PIRE es la misma en todos los casos, tratándose de una sola señal emitida por el terminal, nos quedan entonces las tres siguientes relaciones independientes de la PIRE de emisión del terminal:

$$P(T, A) - P(T, B) = S(T, A) - S(T, B).$$

$$P(T, B) - P(T, C) = S(T, B) - S(T, C).$$

$$P(T, A) - P(T, C) = S(T, A) - S(T, C).$$

10 A título de indicación,  $S(Y, X)$  (expresado en dB/K) representa el factor de mérito G/T asociado a la célula X para la localización del terminal Y.

Según una etapa 207 del procedimiento, de este modo se procede a los cálculos de las tres diferencias  $P(T, A) - P(T, B)$ ,  $P(T, B) - P(T, C)$  y  $P(T, A) - P(T, C)$ .

15 Se hace notar que, si fuera conocida la potencia PIRE del terminal, se podría calcular directamente el factor de mérito a partir de la amplitud recibida para cada haz. El conocimiento de estos factores de mérito permitiría, situándose en la correspondiente línea de factor de mérito (cf. figuras 3 a 4), determinar la ubicación del terminal T utilizando solamente dos haces. No obstante, rara vez se conoce de manera precisa la potencia EIRP del terminal: esta puede variar según el tipo de antena que utilice el terminal según el entorno; además, el usuario podría intentar hacerla variar para cambiar su posición aparente. En consecuencia, el procedimiento según la invención utiliza preferiblemente la diferencia de las amplitudes determinadas según la etapa 206 para obviar el conocimiento de la EIRP calculando la diferencia de los factores de mérito respectivamente asociados a dos células para el mismo terminal T.

Los subsiguientes valores son dados a título meramente ilustrativo. Supóngase que a una determinada PIRE utilizada por el terminal T le corresponden las siguientes amplitudes calculadas por los demoduladores:

25  $P(T, A) = -145,4 \text{ dBW}$

$$P(T, B) = -147,6 \text{ dBW}$$

$$P(T, C) = -159,1 \text{ dBW}.$$

Por donde se deducen los siguientes valores, que son independientes de la PIRE del terminal:

30  $P(T, A) - P(T, B) = S(T, A) - S(T, B) = 2,2 \text{ dB}$

$$P(T, B) - P(T, C) = S(T, B) - S(T, C) = 11,5 \text{ dB}$$

$$P(T, A) - P(T, C) = S(T, A) - S(T, C) = 13,7 \text{ dB}$$

A título de indicación, es conocida, por otra parte, la cartografía de las líneas de factores de mérito tal y como se representan en las figuras 3 a 5 (es decir, una línea de factor de mérito se corresponde con una línea del área de cobertura para un haz dado en la que el factor de mérito tiene el mismo valor).

35 A partir de estas líneas, es posible por lo tanto trazar unas líneas que representen la diferencia entre el factor de mérito correspondiente a un primer haz y el factor de mérito correspondiente a un segundo haz. A título ilustrativo, la figura 6 ilustra algunas líneas DAB que representan la diferencia de los factores de mérito entre la figura 3 y la figura 4. La figura 7 ilustra algunas líneas DBC que representan la diferencia de los factores de mérito entre la figura 4 y la figura 5. La figura 8 ilustra algunas líneas DAC que representan la diferencia de los factores de mérito entre la figura 3 y la figura 5.

Según la etapa 208 del procedimiento, conociendo los valores de las diferencias entre los factores de mérito asociados a los haces A, B y C para la localización del terminal T, se pueden determinar las líneas de diferencias de factores de mérito correspondientes a los tres valores  $P(T, A) - P(T, B) = 2,2 \text{ dB}$ ,  $P(T, B) - P(T, C) = 11,5 \text{ dB}$  y  $P(T, A) - P(T, C) = 13,7 \text{ dB}$ .

45 La figura 9 representa el área de cobertura así como las líneas de diferencias de factores de mérito calculadas a partir de las cartografías de factores de mérito para los tres valores de diferencias de amplitudes 2,2 dB, 11,5 dB y 13,7 dB.

Según la etapa 209, de ello se deduce la posición del terminal T que se encuentra en la intersección de estas tres líneas de diferencias de factores de mérito. Se hace notar que, para determinar la posición, bastan dos líneas de diferencias, pasando la tercera a afinar el resultado. En cambio, el procedimiento según la invención precisa de la

determinación de al menos tres amplitudes para conseguir la determinación de esas diferencias.

Por otro lado, se hace notar que se ha partido del supuesto de que una misma estación terrestre 102 recibe el conjunto de las tres señales (y de que se tiene, por lo tanto, un mismo balance de enlace), de modo que se verifiquen las tres relaciones siguientes:

$$\begin{aligned}
 5 \quad & P(T, A) - P(T, B) = S(T, A) - S(T, B). \\
 & P(T, B) - P(T, C) = S(T, B) - S(T, C). \\
 & P(T, A) - P(T, C) = S(T, A) - S(T, C).
 \end{aligned}$$

Tal como antes se ha comentado, el procedimiento según la invención es de aplicación igualmente a los casos en los que se utilizan varias estaciones terrestres, de modo que las tres señales transmitidas por el satélite no son recibidas por la misma estación terrestre.

En tal caso, supondremos la existencia de un terminal de referencia R, perfectamente localizado en el área de cobertura y diferente del terminal T, tal que se conozcan con una buena precisión:

- los factores de mérito  $S(R, A)$ ,  $S(R, B)$  y  $S(R, C)$  asociados a la posición del terminal terrestre R con relación a las células A, B y C;
- 15 - las potencias  $P(R, A)$ ,  $P(R, B)$  y  $P(R, C)$  a las que es recibido, por las diferentes estaciones terrestres 102A, el mensaje transmitido por el terminal R.

La relación entre las potencias normalizadas del terminal T y del terminal de referencia R es la misma, con independencia de la célula A o B; la potencia normalizada viene dada por la razón entre la potencia recibida y el factor de mérito; cuando la potencia recibida y el factor de mérito se expresan en dB, esta razón viene expresada por la diferencia:  $P(Y, X) - S(Y, X)$ ; en consecuencia, nos queda entonces la relación:

$$P(T, A) - S(T, A) - (P(R, A) - S(R, A)) = P(T, B) - S(T, B) - (P(R, B) - S(R, B)).$$

De ello se deduce la diferencia  $S(T, A) - S(T, B)$  estimada mediante la relación:

$$S(T, A) - S(T, B) = P(T, A) - P(T, B) + P(R, A) - S(R, A) - P(R, B) + S(R, B)$$

Se calculan las diferencias  $S(T, B) - S(T, C)$  y  $S(T, A) - S(T, C)$  de manera similar. Una vez obtenidas las diferencias, la continuación del procedimiento según la invención es idéntica.

Se ha partido del supuesto de que la estación terrestre conoce con suficiente detalle las cartografías de cobertura para los diferentes haces (es decir, conoce la figura de mérito G/T para todos los puntos en el interior del área de servicio). Estas cartografías generalmente se construyen durante una fase de prueba llamada IOT ("in-orbit test") de un satélite. Los valores de G/T para una posición pueden variar seguidamente por diferentes motivos (movimientos del satélite, efectos térmicos sobre los reflectores u otros componentes del satélite). Esto es capaz de inducir una pérdida de precisión en la localización obtenida por el procedimiento de la invención. Para reducir el error obtenido, se pueden utilizar uno o unos terminales de referencia que pueden hallarse desplegados: por lo tanto, estos terminales de referencia, que están controlados por el operador de servicios, son "fiables" y calculan su posición exacta por un medio (p. ej., GPS, EGNOS) distinto que el procedimiento de la invención; los terminales de referencia envían periódicamente mensajes "piloto". La estación terrestre conoce para cada mensaje recibido la posición exacta del terminal de referencia que lo ha enviado (por ejemplo: la posición es fija y ya conocida; esta es comunicada mediante cualquier red de comunicación; está contenido en el mensaje piloto). Merced a la medición de los mensajes piloto, la estación terrestre puede corregir dinámicamente las cartografías de cobertura en las áreas correspondientes a las posiciones de los terminales de referencia y, por interpolación, en el resto del área de cobertura, al objeto de reducir el error de localización del procedimiento.

El procedimiento según la invención permite, con independencia del terminal y de sus capacidades (incluyendo para un terminal que no dispone de medios de cálculo eficientes), determinar con una buena precisión la localización del terminal en la superficie del área de cobertura (a este respecto, se hace notar que el procedimiento no permite determinar la altura a la que se encuentra el terminal). La determinación de la posición se lleva a cabo en el NOC o en la o las estaciones terrestres y no puede ser alterada por un comportamiento infractor del terminal. El procedimiento es de aplicación particularmente interesante en el caso del rastreo de determinados terminales móviles (típicamente, en el caso del transporte de mercancías peligrosas, o de animales, o de operaciones de socorro), pero también en el caso de la localización geográfica de terminales fijos (típicamente, decodificadores cuya utilización está restringida a un territorio dado y cuya presencia en dicho territorio se desea verificar). Preferiblemente acoplado con un sistema estándar de localización geográfica (p. ej., GPS), que puede tener una mejor precisión, el procedimiento según la invención permite certificar que la posición determinada por el terminal es verdadera (dentro de un cierto margen de error).

Por supuesto, la invención no queda limitada a la forma de realización que se acaba de describir.

Así, la invención puede aplicarse a diferentes tipos de redes de telecomunicación que utilicen un satélite multihaz tal como un satélite que funciona en banda de frecuencias S, K o X.

**REIVINDICACIONES**

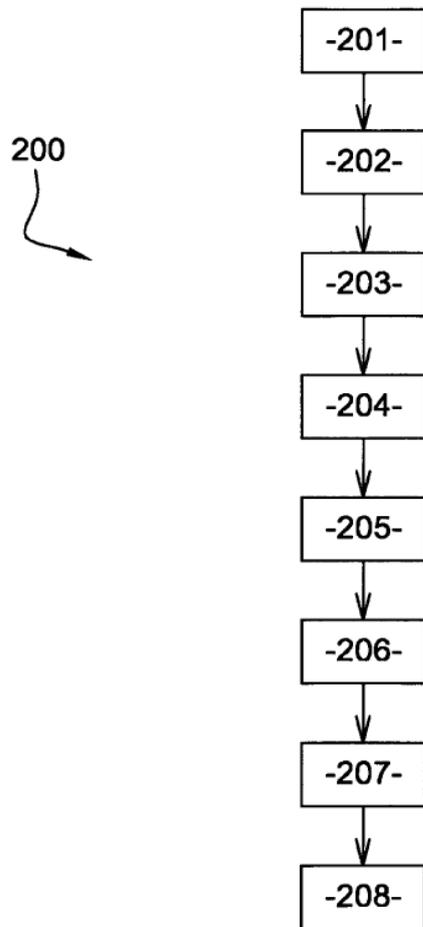
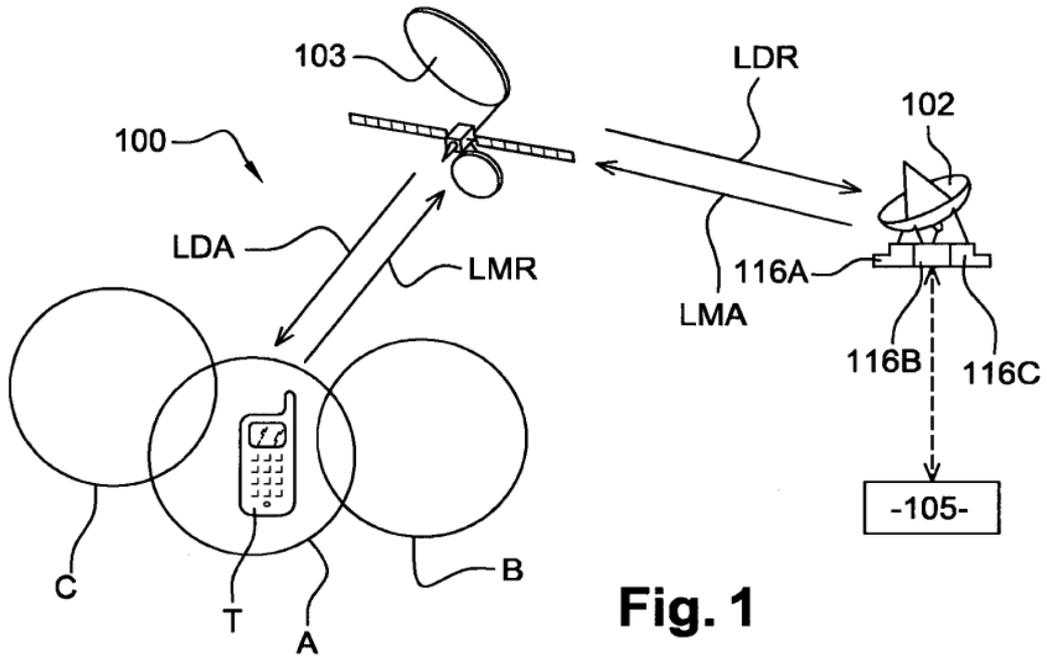
1. Procedimiento (200) de localización de un terminal (T) en la superficie de un área de cobertura por medio de una red de telecomunicación (100) para el establecimiento de enlaces por radiofrecuencia, incluyendo la red (100) un satélite de telecomunicación (103) de varios haces, llamado satélite multihaz, incluyendo dicho satélite multihaz una antena multihaz, componiéndose dicha área de cobertura de una pluralidad de células (A, B, C), estando asociada cada célula a al menos un haz (A, B, C) de enlace con el satélite (103) al que se asigna una banda de frecuencias, incluyendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
  - transmisión (201) por el canal ascendente, por parte de dicho terminal (T), de un mensaje incorporado en una señal modulada que lleva incorporado un mensaje hacia dicho satélite (103) en una frecuencia compartida por al menos tres haces diferentes (A, B, C) de enlace en el canal ascendente de modo que dicho mensaje sea recibido por dicho satélite multihaz (103) por intermedio de dicha antena multihaz con tres amplitudes diferentes;
  - transmisión (202, 203) por el canal descendente, por parte de dicho satélite multihaz (103), de tres señales moduladas que llevan incorporado dicho mensaje, correspondiéndose cada una de las señales primera, segunda y tercera (S1, S2, S3) con un haz diferente (A, B, C) de entre dichos tres haces;
  - recepción (204), por parte de unos medios de recepción terrestres, de dichas señales primera, segunda y tercera (S1, S2, S3);
  - determinación (205, 206), mediante unos medios de cálculo terrestres (102, 116A, 116B, 116C, 105), de las amplitudes (P(T, A), P(T, B), P(T, C)) del mensaje enviado por el terminal incorporado en dichas señales primera, segunda y tercera (S1, S2, S3);
  - determinación (207, 208, 209) de la localización de dicho terminal (T) a partir de dichas amplitudes (P(T, A), P(T, B), P(T, C)) de dicho mensaje incorporado en dichas señales primera, segunda y tercera.
2. Procedimiento (200) según la anterior reivindicación, caracterizado por que dicha señal modulada que lleva incorporado dicho mensaje emitido por dicho terminal se modula según un protocolo con ensanchamiento espectral.
3. Procedimiento (200) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que dicho mensaje incorporado en dicha primera señal (S1) es recibido por dichos medios de recepción terrestres con una amplitud (P(T, A)) mayor que las de dicho mensaje incorporado en las señales segunda y tercera (S2, S3), incluyendo dicho procedimiento las siguientes etapas:
  - demodulación (204) mediante dichos medios de cálculo terrestres (102, 116A) de dicha primera señal (S1) al objeto de recuperar la siguiente información relativa al mensaje:
    - o los datos útiles del mensaje;
    - o los parámetros de emisión y/o de codificación de dicho mensaje;
  - utilización (205) de dicha información relativa al mensaje para buscar dicho mensaje respectivamente en dichas señales segunda y tercera (S2, S3) mediante dichos medios de cálculo terrestres (102, 116B, 116C).
4. Procedimiento (200) según la anterior reivindicación, caracterizado por que dicha señal que lleva incorporado dicho mensaje emitida por dicho terminal es modulada según un protocolo con ensanchamiento espectral y dichos parámetros de emisión y/o de codificación recuperados incluyen la secuencia binaria de ensanchamiento espectral.
5. Procedimiento (200) según una de las reivindicaciones 3 ó 4, caracterizado por que dichos medios de cálculo terrestres (102, 116B, 116C) encuentran dicho mensaje respectivamente en dichas señales segunda y tercera mediante una operación de correlación.
6. Procedimiento (200) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que la transmisión (202, 203) por el canal descendente por parte de dicho satélite multihaz (103) de dichas tres señales (S1, S2, S3) moduladas que llevan incorporado dicho mensaje se lleva a cabo en tres frecuencias diferentes entre sí.
7. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que incluye una etapa (207) de determinación de al menos dos de las tres diferencias de las amplitudes (P(T, A), P(T, B), P(T, C)) de dicho mensaje incorporado en dichas señales primera, segunda y tercera (S1, S2, S3).
8. Procedimiento según la anterior reivindicación, caracterizado por que incluye:
  - una etapa (208) de determinación de las curvas que representan la diferencia de los factores de mérito correspondientes a dichas diferencias de amplitudes;

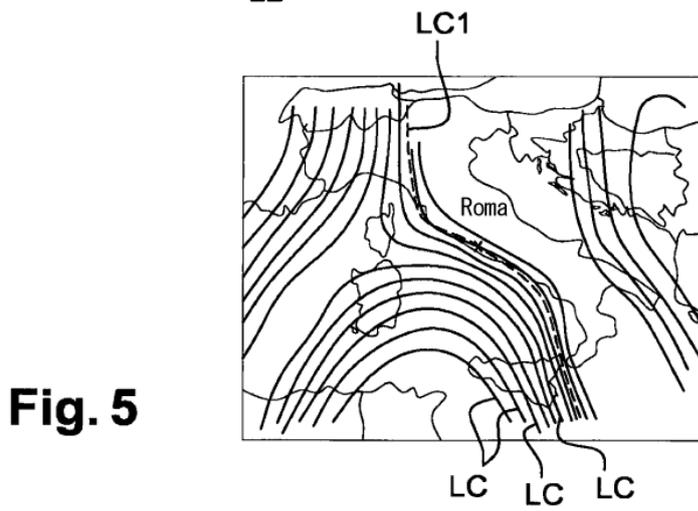
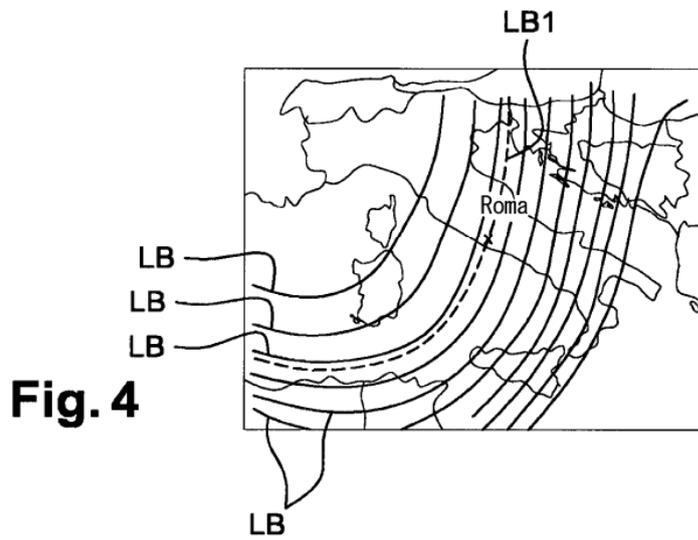
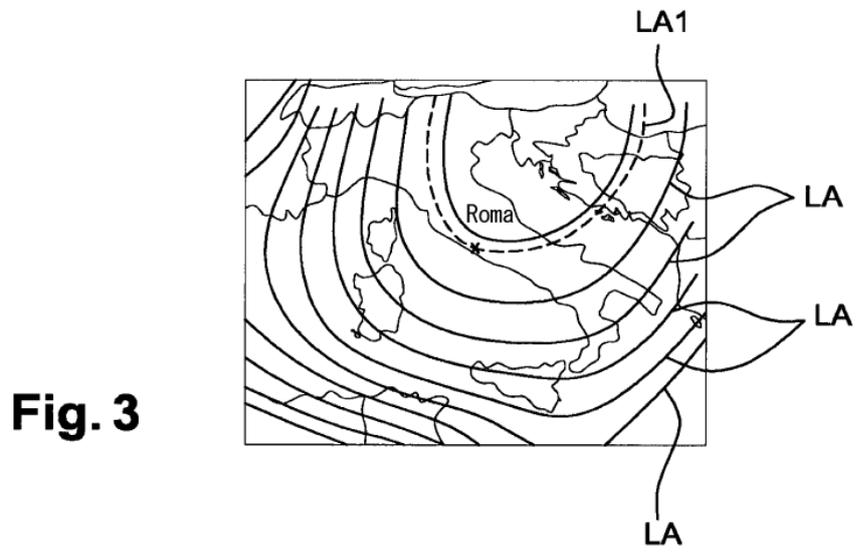
- una etapa (209) de determinación de la localización de dicho terminal (T) correspondiente a la intersección de dichas curvas.

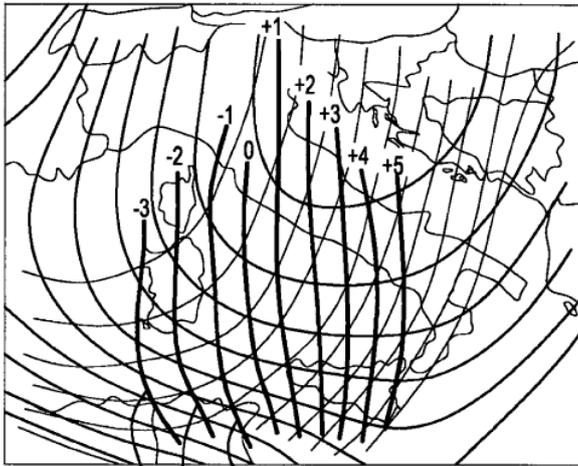
5 9. Procedimiento según la anterior reivindicación, caracterizado por que dichos medios de recepción terrestres reciben periódicamente, por parte de uno o varios terminales de referencia cuya posición exacta es conocida, dicha o dichas posiciones que permiten corregir las líneas de factores de mérito utilizadas para la determinación de la posición de dicho terminal.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado por que se determinan las tres diferencias de las amplitudes ( $P(T, A)$ ,  $P(T, B)$ ,  $P(T, C)$ ) de dicho mensaje incorporado en dichas señales primera, segunda y tercera ( $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$ ).

10

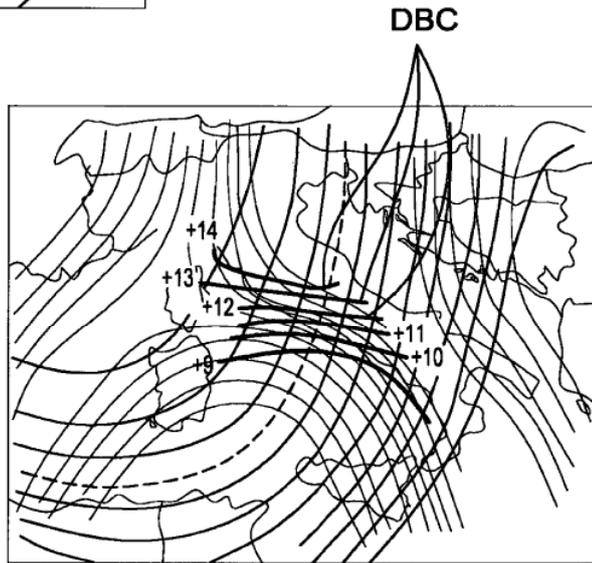




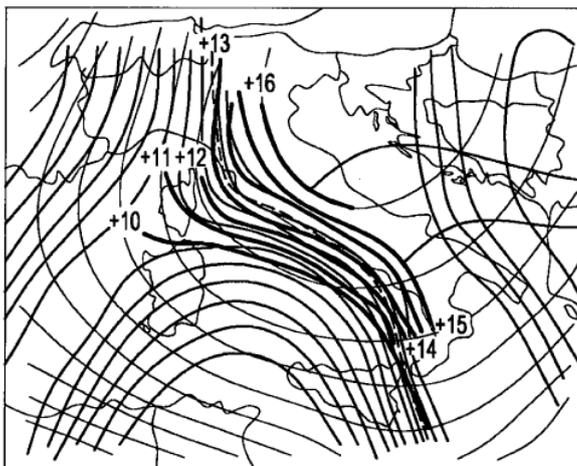


**Fig. 6**

DAB DAB

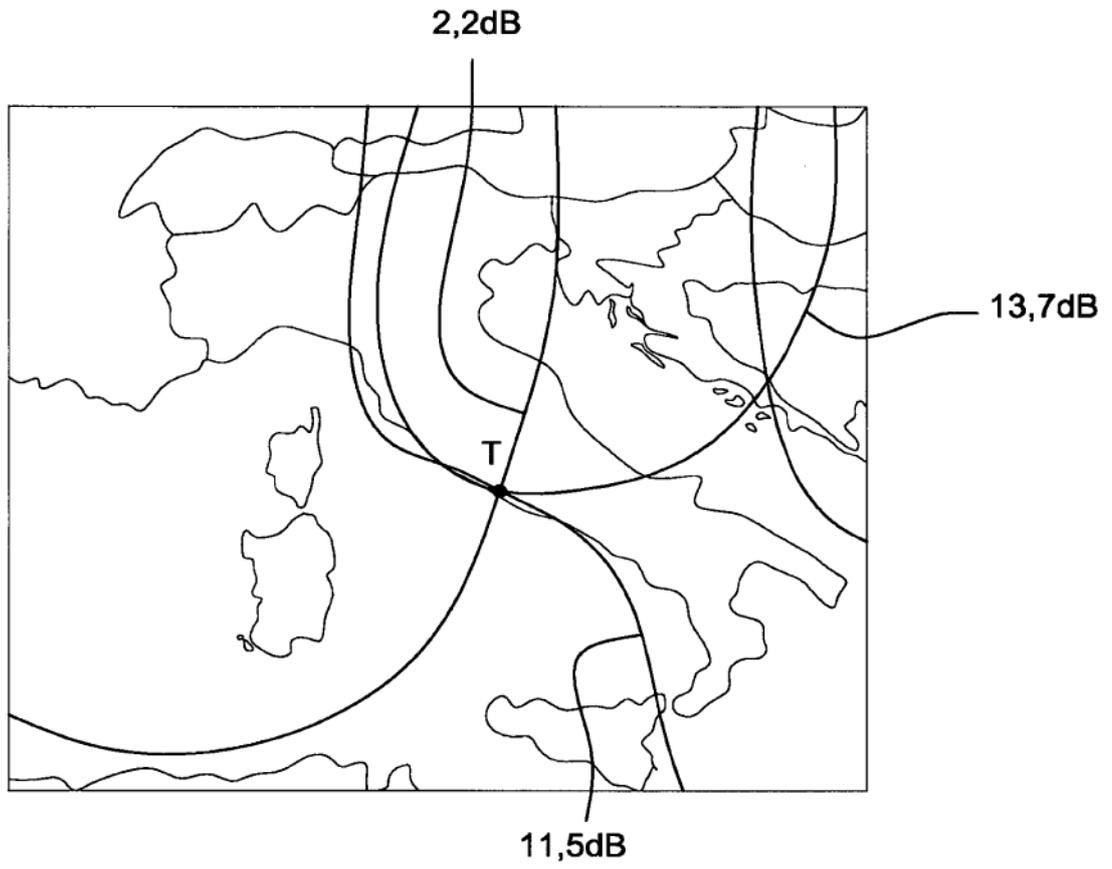


**Fig. 7**



DAC

**Fig. 8**



**Fig. 9**