

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 899**

51 Int. Cl.:

**G01S 1/02** (2010.01)

**G01R 29/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2015** **E 15195009 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019** **EP 3026453**

54 Título: **Procedimiento de generación de una cartografía de cobertura de emisión o de recepción de una antena de una estación de tierra para enlaces por satélite**

30 Prioridad:

**27.11.2014 FR 1461588**

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

**17.06.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 716 899 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 generación de una cartografía de cobertura de emisión o de recepción de una antena de una estación de tierra para enlaces por satélite

**Campo**

- 5 El campo de la invención concierne a los métodos de medidas de potencias y de diagramas de emisión de una antena para establecer una cartografía de cobertura de dicha antena. En especial, el campo de la invención concierne a las pruebas de emisión y recepción de una antena de un emisor de una estación en tierra para el establecimiento de una cartografía que representa un área de cobertura para la transmisión de datos.

**Estado de la técnica**

- 10 Se entiende por “diagrama de radiación” de una antena las diferentes potencias recibidas de una señal de prueba  $S_{prueba}$  en un receptor haciendo variar la orientación de la antena del emisor. Cuando se efectúan todas las medidas, es posible establecer una cartografía de cobertura de la antena que se somete a prueba. Una cartografía de cobertura es muy útil por cuanto que, cuando son conocidas las posiciones del emisor y del receptor y las orientaciones de las antenas, es posible adecuar la potencia de emisión necesaria con el fin de establecer un enlace de radiofrecuencia entre los diferentes elementos de un sistema de radiocomunicación.

Actualmente, existen soluciones para efectuar pruebas de antenas encaminadas a establecer un diagrama de radiación de estas últimas, especialmente para enlaces tierra-satélite y, recíprocamente, enlaces satélite-tierra.

Consiste una prueba importante en validar el área de cobertura terrestre de las emisiones y recepciones de las antenas de satélites y en validar la cobertura de las antenas en tierra en emisión y en recepción hacia satélites.

- 20 A partir del instante en que las medidas implican un enlace de radiocomunicación por satélite, se plantea una problemática de las pruebas de antenas, tales como las pruebas que permiten comprobar los diagramas de radiación y los niveles de emisión. En efecto, estas pruebas son conocidas por generar perturbaciones e interferencias en un entorno cercano a los equipos que se someten a prueba o al satélite.

- 25 Y es que estas pruebas se efectúan idóneamente mientras que el satélite está operativo, es decir, no se debe planificar ni padecer ninguna interrupción de servicio.

Por otro lado, la realización de este tipo de pruebas generalmente queda ceñida a normativas reguladoras que dictan niveles de potencia limitados, por lo que las pruebas de cobertura de antena son difíciles de llevar a la práctica, ya que generalmente precisan de una configuración en la que las potencias de emisión son elevadas.

- 30 Otro problema proviene de las interferencias causadas sobre el sistema que se somete a prueba. En efecto, las antenas son susceptibles de recibir otras ondas de radiofrecuencia que perturban las medidas durante las pruebas. Así ocurre, en especial, cuando las medidas son efectuadas en el límite de alcance de las antenas o cuando los niveles de las señales de prueba se vuelven débiles o quedan embebidos en el nivel de ruido.

Finalmente, en emisión, estas propias pruebas causan en muchos casos interferencias sobre otros sistemas terceros, cosa que se pretende evitar.

- 35 A día de hoy existen numerosos métodos. En cambio, algunos métodos comprenden pruebas que definen intensos niveles de potencia que emitir en dirección al satélite, otras pruebas precisan de la emisión de potencias intensas por parte del satélite. Las señales de pruebas recibidas por una estación terrena permiten en especial calificar la calidad de las señales emitidas y/o recibidas por el satélite, la direccionalidad de la antena, la cobertura de la antena, los niveles admisibles, las saturaciones, etc.

- 40 Las pruebas que permiten establecer una cartografía de cobertura de una antena se pueden realizar de diferentes maneras.

Existe una solución que permite establecer una cartografía de cobertura de una antena de un satélite, descrita en el documento de patente EP 2629439. En cambio, esta solución que permite fundarse en una señal de espectro ensanchado está adaptada para el establecimiento de un diagrama de una antena de un satélite, y no para una antena en tierra.

- 45 Actualmente, existen dos maneras de proceder para las pruebas que permiten establecer el diagrama de radiación de una antena en tierra en una configuración en la que la transmisión se efectúa de una primera estación en tierra hacia un satélite que retransmite la transmisión hacia una segunda estación en tierra.

- 50 Consiste una primera solución en hacer variar la orientación de la antena de emisión en tierra. En este caso, las ganancias de antena de la estación en tierra en emisión y la del satélite son fijas. La potencia recibida y medida en la estación de tierra en recepción da el diagrama de radiación de la antena en emisión de la estación de tierra.

Una segunda solución consiste en hacer variar la orientación de la antena de recepción en tierra. En este caso, la orientación de la antena de emisión en tierra es fija y su ganancia es fija. El satélite puede introducir una ganancia fija o variable, según la configuración. Las medidas de potencia en recepción permiten deducir un diagrama de radiación de la antena en recepción.

5 El documento XP 055196603 "Three-dimensional radiation pattern measurement strategy for ground station antennas", de Michael Nygaard Pedersen et al, describe un método de medida de diagrama de antena en tres dimensiones de una antena de estación de tierra.

10 Sin embargo, ningún método permite someter a prueba el diagrama de radiación de una antena en tierra en enlace con un satélite sin causar ciertas perturbaciones en otros sistemas de radiocomunicación colindantes a dicho satélite.

El problema técnico no resuelto por la técnica anterior concierne a la disminución de las interferencias causadas sobre sistemas espaciales colindantes a un satélite al que se desea requerir en una cadena de transmisión con el fin de efectuar pruebas de cobertura de una antena situada en tierra y comunicante con el sistema de satélite.

### Resumen de la invención

15 La invención permite solucionar los citados inconvenientes.

Un objeto de la invención concierne a un procedimiento de medida de ganancias de antena de un emisor de una primera estación terrena para la generación de al menos una cartografía de cobertura de dicha antena. Adicionalmente, el procedimiento comprende:

- 20     ▪ una pluralidad de emisiones de una señal de prueba por un emisor de una primera estación terrena con destino a un satélite que comprende un repetidor para retransmitir la señal de prueba a una segunda estación terrena, realizándose las emisiones del emisor de la primera estación según diferentes orientaciones de la antena del emisor, modulándose dicha señal de prueba por espectro ensanchado dentro de un canal de un ancho predeterminado mediante una secuencia numérica pseudoaleatoria que codifica al menos una secuencia de bits de datos generada por un computador del emisor;
- 25     ▪ una recepción de cada señal de prueba por parte de un receptor de la segunda estación terrena;
- una demodulación de cada señal de prueba que permite medir la potencia recibida de cada señal de prueba;
- una comparación de cada potencia con un primer umbral de referencia de potencia predefinida;
- 30     ▪ una generación de una consigna de codificación encaminada a codificar un número dado de secuencias de bits de datos mediante al menos una secuencia pseudoaleatoria en una misma señal de prueba cuando dicha potencia recibida de una señal de prueba está por debajo del primer umbral de potencia.

Una ventaja es la de permitir realizar una prueba de potencia de antena en emisión para cada orientación de dicha antena adaptando automáticamente las condiciones de emisión en función de las características de una recepción.

35 Una ventaja de la codificación de la secuencia de bits de datos o del número de secuencias utilizadas es la de mejorar las condiciones de recepción de la señal aumentando la ganancia de procesamiento en recepción.

De acuerdo con una forma de realización, la señal de prueba generada comprende una pluralidad de secuencias PN, siendo el número de secuencias PN dependiente del nivel de potencia de emisión de la señal de prueba y de la orientación de la antena.

40 De acuerdo con una forma de realización, la secuencia de bits de datos es una secuencia que comprende tan sólo bits de valores iguales a 1, de modo que la secuencia recibida se corresponda con la secuencia PN.

45 De acuerdo con una forma de realización, al menos una secuencia de bits de datos comprende datos que codifican la orientación actual de la antena de emisión del emisor de la primera estación terrena, comprendiendo dicho procedimiento una decodificación de la secuencia de bits de datos mediante un computador del receptor de la segunda estación terrena para atribuir la orientación angular actual de la antena del emisor decodificada a la potencia de la señal de prueba medida en recepción.

De acuerdo con una forma de realización, al menos una secuencia de bits de datos comprende, además, datos correspondientes a la potencia de emisión de la antena del emisor de la primera estación terrena.

De acuerdo con una forma de realización, al menos una secuencia de bits de datos comprende, además, datos correspondientes a la velocidad de barrido de la antena del emisor de la primera estación terrena.

50 De acuerdo con una forma de realización, al menos una secuencia de bits de datos comprende, además, datos

correspondientes a una calibración de la señal de prueba emitida por la antena del emisor de la primera estación terrena.

5 De acuerdo con una forma de realización, el procedimiento comprende una generación de una consigna de control automático de motor que permite pilotar la velocidad de barrido de la antena del emisor de la primera estación terrena en función del nivel de potencia medida de la señal de prueba recibida.

De acuerdo con una forma de realización, el procedimiento comprende una generación de una consigna de control automático de motor que permite pilotar la velocidad de barrido de la antena del emisor de la primera estación terrena en función de la orientación de la antena correspondiente a la medida de la potencia medida de la señal de prueba recibida.

10 De acuerdo con una forma de realización, la señal de prueba comprende una componente de onda copolarizada, correspondiente a la polarización de emisión de la señal, y una componente de onda de polarización cruzada, correspondiente a la polarización ortogonal a la polarización de emisión, amplificando el repetidor del satélite dichas dos polarizaciones, demodulando el receptor de la segunda estación en tierra las dos componentes ortogonales de la señal de prueba, comprendiendo la medida de la potencia de la señal de prueba una medida de la potencia de la  
15 componente de polarización de emisión, comprendiendo además dicho procedimiento una etapa de comparación de dicha potencia de la componente de polarización de emisión con un segundo umbral de referencia de potencia, en orden a generar automáticamente una consigna de codificación cuando el valor de la potencia es inferior al segundo umbral de referencia de potencia.

20 De acuerdo con una forma de realización, la medida de la potencia de la señal de prueba comprende una medida de potencia de la componente de onda de polarización cruzada de la señal de prueba recibida por el receptor de la segunda estación terrena, y por que una comparación del nivel de potencia recibida de dicha componente de polarización cruzada con un tercer umbral de referencia de potencia permite generar una consigna de sincronización, permitiendo dicha consigna de sincronización tomar un dato de referencia frecuencial y/o un dato de referencia temporal calculado a partir de la demodulación de la componente de polarización de emisión.

25 De acuerdo con una forma de realización, la generación de una consigna de sincronización lleva consigo la generación de una consigna de codificación.

De acuerdo con una forma de realización, al menos una consigna de codificación y/o al menos una consigna de control automático de motor se transmite automáticamente a un computador del emisor de la primera estación terrena por intermedio de un canal de retorno.

30 De acuerdo con una forma de realización, el canal de retorno se establece:

- bien por mediación de una red terrena;
- o bien por mediación de un canal inalámbrico que transita por el satélite y transmitido a un receptor de la primera estación terrena.

35 De acuerdo con una forma de realización, la velocidad de barrido de la antena del emisor de la primera estación terrena está coordinada con el número de secuencias de bits de datos codificadas mediante al menos una secuencia pseudoaleatoria, de modo que el barrido de la antena comprende espacios de tiempo de mantenimiento de la antena con una orientación dada suficientemente largos para que pueda ser emitida una señal de prueba que comprende una pluralidad de secuencias de bits de datos.

40 De acuerdo con una forma de realización, el número de secuencias de bits de datos se determina para obtener una ganancia de procesamiento deseada en recepción de la antena del receptor de la segunda estación terrena.

De acuerdo con una forma de realización, se efectúa en recepción, por parte de la antena de recepción, una medida de las interferencias amplificadas por el repetidor del satélite, con el fin de deducir un factor de compensación de las interferencias por cada medida de potencia recibida.

45 Concierno otro objeto de la invención a un procedimiento de generación de un conjunto de medidas para el establecimiento de la cartografía de un diagrama de emisión de una antena de un emisor de una estación terrena, caracterizado por que mediante el procedimiento de la invención se realiza un conjunto de medidas de potencias recibidas de las señales de prueba por un receptor de una segunda estación terrena, asociándose cada una de dichas medidas de potencia a una orientación de la antena del emisor de la primera estación terrena y memorizándose en una memoria de la segunda estación terrena.

50 Concierno otro objeto de la invención a un sistema que comprende:

- una primera estación en tierra que incluye un generador de señales que permite codificar una primera secuencia de bits de datos en una señal de prueba que ha de emitirse a partir de una primera antena;

- un satélite que incluye al menos una antena de recepción para recibir la señal de prueba, al menos un transpondedor para reemitir la señal de prueba amplificada hacia una segunda estación terrena;
- una segunda estación terrena que incluye al menos una antena de recepción y medios de cálculo y de procesamiento de la señal para demodular la señal de prueba recibida por el satélite y generar automáticamente una consigna de codificación según el procedimiento de la invención.

De acuerdo con una forma de realización, la secuencia de bits de datos es un tren de bits transmitidos a una velocidad entre 500 bps y 10 kbps.

De acuerdo con una forma de realización, los canales de emisión entre el emisor de la primera estación terrena hacia el satélite y los canales de recepción entre el satélite y el receptor de la segunda estación terrena tienen un ancho de banda comprendido entre 20 y 120 MHz, y por que la frecuencia central de los canales está comprendida entre 1 GHz y 40 GHz.

De acuerdo con una forma de realización, la primera modulación por espectro ensanchado comprende una velocidad de codificación comprendida entre 4 y 80 Msímbolos/s. Significando Msímbolos/s “millones de símbolos por segundo”. La velocidad de codificación se define para un número de símbolos por segundo. En la terminología científica, también se emplea la denominación Mchip/s.

De acuerdo con una forma de realización, la modulación por espectro ensanchado se realiza mediante la utilización de secuencia de pseudoruido.

### Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la lectura de la descripción detallada que sigue, con referencia a las figuras que se acompañan, las cuales ilustran:

figura 1: un esquema que representa los diferentes elementos del sistema de la invención para llevar a la práctica el procedimiento de la invención;

figura 2: una modulación de una secuencia de bits de datos mediante una secuencia pseudoaleatoria según el procedimiento de la invención; y

figura 3: un ejemplo de arquitectura de diferentes conjuntos de transpondedores del satélite que tienen polarizaciones lineales.

### Descripción

La figura 1 representa un ejemplo de realización del procedimiento y del sistema de la invención.

El procedimiento de la invención permite establecer una comunicación vía radio de una primera estación en tierra ST1 hacia una segunda estación en tierra ST2, transitando la comunicación por al menos un repetidor de un satélite SAT geoestacionario.

La finalidad de la invención es establecer una cartografía de la cobertura de una antena en emisión ANT1\_TIERRA en tierra. Esta cartografía se realiza probando, para diferentes orientaciones de la antena de emisión ANT1\_TIERRA, ciertas características en recepción de una señal de prueba  $S_{prueba}$  que sigue el enlace de comunicación. En especial, se efectúa una medida de la potencia recibida de cada señal de prueba  $S_{prueba}$  mediante la antena de recepción ANT2\_TIERRA de la segunda estación en tierra ST2.

El conjunto de las medidas realizadas permite establecer una cartografía de cobertura de la antena de emisión ANT1\_TIERRA.

La figura 1 representa una primera estación de tierra ST1 que comprende un emisor E1 que tiene una antena que va a someterse a prueba, señalada con ANT1\_TIERRA.

La estación de tierra ST1 comprende un modulador MOD que permite modular una secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  mediante una secuencia pseudoaleatoria PN. Un computador permite configurar la ganancia de procesamiento y codificar los datos de la secuencia  $SEQ_{BIT}$ . Este computador no está representado en la figura 1. Un motor permite controlar automáticamente la orientación de la antena ANT1\_TIERRA con el fin de recorrer un cono de emisión que va a someterse a prueba. Los registros de potencias recibidas en la segunda estación de tierra ST2 permiten deducir una cartografía de cobertura de la antena de emisión ANT1\_TIERRA al final de la prueba.

La estación en tierra ST1 comprende eventualmente un componente de red para su interconexión a una red de tipo Internet o telefónica. Esta red puede ser utilizada para comunicar datos entre las dos estaciones de tierra ST1 y ST2. Este último componente de red no está representado en la figura 1.

La figura 1 representa una señal de prueba  $S_{prueba}$  emitida por la primera estación de tierra ST1 y recibida por el satélite SAT. El satélite SAT comprende una antena de recepción ANT1\_SAT de un receptor Rx. El receptor está conectado a un repetidor cuyo principal objetivo es amplificar una señal y retransmitirla a una segunda estación terrena ST2.

5 Para este fin, el satélite comprende un emisor Tx que comprende una antena de emisión ANT2\_SAT. La señal de prueba  $S_{prueba}$  se encamina nuevamente hacia la segunda estación de tierra ST2.

El satélite puede estar configurado en un primer modo FGM que introduce una ganancia fija de amplificación de la señal sometida a prueba  $S_{prueba}$ . En un segundo modo, el satélite SAT está configurado en modo ALC, que permite asegurar una ganancia fija a la salida de la antena del satélite ANT2\_SAT cualquiera que sea el nivel de entrada de la señal de prueba  $S_{prueba}$  a la entrada del satélite. En este último modo, la ganancia del repetidor es adaptada y, por tanto, variable, para asegurar una potencia fija a la salida del emisor del satélite SAT.

La segunda estación de tierra ST2 comprende un receptor R2 que incluye al menos una antena de recepción ANT2\_TIERRA. Eventualmente, se utiliza una segunda antena ANT2\_TIERRA(2) para captar la componente de polarización cruzada. Asimismo, se puede utilizar una segunda antena en recepción para medir el nivel de las interferencias recibidas. Un demodulador DEMOD permite demodular la señal de prueba  $S_{prueba}$  para deducir la secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub>. El demodulador DEMOD utiliza la secuencia PN utilizada por el demodulador del emisor para demodular la señal de prueba  $S_{prueba}$  en banda base. Por lo tanto, la secuencia PN es conocida por el emisor de ST1 y por el receptor de ST2.

La figura 2 representa un diagrama que representa bloques del modulador MOD. La secuencia SEQ<sub>BIT</sub> configurada con una velocidad de transferencia D<sub>BIT</sub> está modulada mediante la secuencia PN configurada con una velocidad de transferencia D<sub>SYM</sub>. El modulador MOD permite generar una secuencia ensanchada en espectro en un canal ascendente asegurando una ganancia de procesamiento predeterminedada. Esta ganancia de procesamiento puede estar configurada por un computador y pilotada manual o automáticamente, por ejemplo a distancia.

Estación de tierra, Emisión, Modulación

25 Como se expone dentro del contexto de la figura 1, una secuencia de bits de datos SEQ<sub>bit</sub> está modulada mediante una secuencia de pseudoruido PN en orden a ensanchar el espectro en frecuencia en el ancho del canal de emisión.

La secuencia PN utilizada puede ser una secuencia DSSS que, en terminología anglosajona, significa "Direct Sequence Spread Spectrum", también conocida en terminología española como ensanchamiento de espectro por secuencia directa.

Por medio de una frecuencia portadora, se emite una señal de prueba  $S_{prueba}$ . La modulación por espectro ensanchado permite ensanchar la potencia de la señal en una banda de frecuencia alrededor de la frecuencia portadora y disminuir la densidad de potencia emitida por la antena de emisión ANT1\_TIERRA. La densidad de potencia emitida puede estar embebida eventualmente en el ruido de radio según la configuración de la secuencia PN utilizada.

Una ventaja de la utilización de una secuencia de pseudoruido PN es la de limitar las interferencias causadas a otros sistemas de radiofrecuencia por la emisión de señales con potencias intensas.

Potencia en emisión

40 La potencia emitida de la señal de prueba  $S_{prueba}$  por la antena de emisión ANT1\_TIERRA está configurada de modo que la potencia sea constante para una orientación dada.

De acuerdo con una primera forma de realización, la potencia emitida de cada señal de prueba  $S_{prueba}$  es idéntica para cada orientación de antena ANT1\_TIERRA a fin de beneficiarse de una referencia común.

De acuerdo con una segunda forma de realización, la potencia emitida de cada señal de prueba  $S_{prueba}$  para cada orientación de la antena ANT1\_TIERRA está configurada para asegurar una detección de la señal por el satélite y por la antena de recepción ANT2\_TIERRA de la segunda estación de tierra ST2.

En este escenario, caben varias variantes de realización.

De acuerdo con una variante de realización, el receptor de la segunda estación de tierra ST2 no conoce *a priori* la potencia de emisión de cada señal de prueba  $S_{prueba}$  emitida. La medida de potencia de la señal de prueba  $S_{prueba}$  recibida se graba en una memoria del receptor de la segunda estación de tierra ST2. Así, cada medida es grabada por cada orientación de la antena ANT1\_TIERRA.

Las medidas en recepción se comparan a continuación con un conjunto de datos de configuración grabados en una memoria del emisor de la primera estación de tierra ST1. Para efectuar esta comparación, las medidas en recepción

en la segunda estación de tierra ST2 y los datos de configuración de cada emisión de la primera estación de tierra ST1 se cotejan, por ejemplo, utilizando datos de sellado de tiempo o datos que permiten asociar cada señal de prueba  $S_{prueba}$  emitida con cada señal de prueba  $S_{prueba}$  recibida.

5 El cotejo se puede efectuar mediante una transmisión de las medidas de recepción grabadas de la segunda estación de tierra ST2 a la primera estación de tierra ST1. Recíprocamente, los datos de configuración del emisor de la primera estación de tierra ST1 se pueden transmitir a un computador y una memoria de la segunda estación de tierra ST2 para proceder a las comparaciones.

10 De acuerdo con las variantes de realización, las transmisiones pueden utilizar una red terrena tal como una red Internet o también un enlace inalámbrico. En este último caso, los datos o medidas de la primera estación de tierra ST1 pueden ser transmitidos mediante un enlace ascendente hacia el satélite y retransmitidos mediante un enlace descendente a la segunda estación de tierra ST2, o recíprocamente.

De acuerdo con una variante de realización, cuando se utiliza un enlace por satélite, se puede utilizar otro canal de transmisión, en este caso el enlace de datos toma otro trayecto del satélite, es decir, otro repetidor.

15 Otra variante particularmente ventajosa de la invención permite codificar los datos de potencia de cada emisión de la antena de emisión ANT1\_TIERRA en la secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub>. En este caso, en recepción, se graba y se mide el nivel de la señal de prueba  $S_{prueba}$  recibida. La señal de prueba  $S_{prueba}$  es demodulada y la secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub> es decodificada a fin de extraer datos de configuración de la prueba tales como la potencia emitida en emisión para cada orientación. Se pueden codificar otros datos, como por ejemplo la orientación de la antena de emisión, cosa que pasamos a describir seguidamente en la descripción.

20 Cuando la potencia en emisión está adaptada a cada transmisión, se introduce un parámetro de compensación para corregir las medidas, con el fin de establecer una cartografía de cobertura de la antena de emisión ANT1\_TIERRA homogénea. En efecto, cuando la antena de emisión ANT1\_TIERRA se halla en el límite de alcance de cara al satélite, se debería configurar una potencia máxima en emisión para que la señal de prueba  $S_{prueba}$  pueda encaminarse hacia la segunda estación de tierra ST2. Cuando la antena apunta directamente al satélite, se requiere una menor potencia de la señal de prueba  $S_{prueba}$ . El parámetro de compensación permite tener en cuenta las diferencias de potencia en emisión para establecer una lectura de valores que sean comparables, con el fin de establecer una cartografía de cobertura representativa de las prestaciones de la antena.

Los valores de potencias recibidas en recepción pueden:

- 30
  - bien corregirse inmediatamente en el receptor, integrando cada parámetro de compensación deducido de cada potencia en emisión cuando esta última es comunicada en la secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub>;
  - o bien no corregirse inmediatamente, cuando las medidas de potencias en recepción son comunicadas a la primera estación base después del conjunto de las pruebas de cada orientación para efectuar los cálculos de cobertura de antena en segunda instancia.

Orientación de la antena

35 El procedimiento comprende la determinación de una de la antena ANT1\_TIERRA de la estación ST1. Por cada orientación, se modula al menos una secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub> mediante una secuencia de pseudoruido PN en orden a ensanchar la potencia en una banda de frecuencias dada.

40 Por cada señal de prueba  $S_{prueba}$  emitida, se determina una orientación de la antena de emisión ANT1\_TIERRA. De acuerdo con el procedimiento de la invención, el guiado de la orientación de la antena ANT1\_TIERRA recorre un conjunto de orientaciones que define un cono de ángulos que va a someterse a prueba. La resolución o “el paso” angular puede estar definida por una configuración particular del motor que pilota la antena. Por ejemplo, con cada cambio de orientación, se puede definir una separación de 1° entre dos orientaciones sucesivas de la antena de emisión.

45 El procedimiento de la invención permite definir y configurar el barrido de la antena de emisión para recorrer el cono que va a someterse a prueba. Cada medida de potencia recibida en la segunda estación de tierra ST2 permite establecer una cartografía de cobertura de la antena de emisión ANT1\_TIERRA.

50 De acuerdo con una forma de realización, está predefinida una secuenciación del barrido de la antena ANT1\_TIERRA. La velocidad de barrido puede estar preconfigurada y/o ser pilotable mediante un mando manual o automático. De acuerdo con una forma de realización, la segunda estación en tierra ST2 que comprende la antena de recepción ANT2\_TIERRA comprende un computador que permite emitir una consigna de guiado de la orientación de la antena de emisión ANT1\_TIERRA y de su velocidad de barrido. Esta consigna puede ser transmitida mediante una red terrena tal como la red Internet o telefónica, o también mediante una red inalámbrica, por ejemplo utilizando un canal de transmisión vía satélite.

Velocidad de codificación - Ganancia de procesamiento

El procedimiento de la invención permite determinar la longitud de la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  y el número de repeticiones de esta secuencia en la señal  $S_{prueba}$  modulada mediante la secuencia PN. La secuencia  $SEQ_{BIT}$  se caracteriza por una velocidad de transmisión  $D_{SEQ}$  de un número de bits de datos  $N_{BIT}$  transmitidos por segundo.

5 Asimismo, el procedimiento de la invención permite determinar la longitud de la secuencia PN, es decir, el número de símbolos presentes en la secuencia PN. La secuencia PN comprende una secuencia de símbolos y se caracteriza por una velocidad de transmisión  $D_{PN}$ . La secuencia PN comprende, pues, una velocidad de transferencia  $D_{PN}$  de un número de símbolos  $N_{SYM}$  transmitidos por segundo.

10 La modulación de la secuencia  $SEQ_{BIT}$  mediante la secuencia PN se corresponde con una codificación de cada bit de datos mediante una pluralidad de símbolos de la secuencia PN. Se define una velocidad de codificación que corresponde a la relación:  $T_{COD} = D_{SYM}/D_{BIT}$ .

La velocidad de codificación determina una ganancia de procesamiento señalada con  $G_T$  y expresada en decibelios, dB. La ganancia de procesamiento  $G_T$  es una ganancia que permite mejorar la relación señal a ruido en la operación de demodulación en el receptor de la segunda estación de tierra ST2.

15 De este modo, la transmisión de una secuencia  $SEQ_{BIT}$  modulada por espectro ensanchado mediante una secuencia PN en una banda de frecuencias que define un canal en torno a una portadora de una señal  $S_{prueba}$  permite disminuir la densidad de potencia emitida por la antena de emisión ANT1\_TIERRA, al propio tiempo que conserva la posibilidad de demodular la señal en recepción con una ganancia de procesamiento que beneficia a la detección de la señal.

20 De acuerdo con una forma de realización, la secuencia PN puede ser repetida en la señal de prueba  $S_{prueba}$  cierto número de veces con o sin codificación de una secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  a fin de aumentar las capacidades de detección de la señal de prueba en recepción.

25 De acuerdo con una forma de realización, se emite una pluralidad de secuencias PN en la señal de prueba  $S_{prueba}$  y al menos una de ellas está configurada para codificar la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$ . Esta configuración permite, por una parte, aumentar la ganancia en recepción y facilitar la detección de la señal y, por otra parte, la codificación de al menos una secuencia de bits de datos permite transmitir datos de configuración al receptor, tales como la potencia emitida, la orientación de la antena o la velocidad de barrido de la antena.

#### Sincronización

30 De acuerdo con una forma de realización, el procedimiento de la invención comprende la utilización de al menos una secuencia PN que permite establecer un dato de sincronización. Es decir, la detección de una señal de prueba  $S_{prueba}$  puede constituir un marcado temporal tal como un sellado de tiempo. La detección de la señal de prueba se puede efectuar mediante la detección de un pico de potencia, previa demodulación de la señal, merced al conocimiento de la secuencia PN en recepción y una autocorrelación de esta secuencia.

35 El dato de sincronización permite especialmente definir referencias temporales entre el emisor y el receptor. Adicionalmente, permite catalogar las medidas guardadas y asociar cada medida a un instante dado y, por tanto, asociarle una orientación de la antena de emisión AN1\_TIERRA. Por otro lado, cuando son detectadas en recepción, por la antena de recepción ANT2\_TIERRA, diferentes polarizaciones de la señal de prueba  $S_{prueba}$ , el dato de sincronización puede permitir asociar conjuntamente diferentes medidas según diferentes polarizaciones detectadas de la señal de prueba  $S_{prueba}$  para mejorar las medidas de potencias.

#### Polarización cruzada y Copolarización

40 El procedimiento de la invención saca partido de la utilización de una señal de prueba  $S_{prueba}$  que comprende diferentes componentes polarizadas.

45 De acuerdo con una forma de realización, la señal de prueba  $S_{prueba}$  emitida por la antena de emisión ANT1\_TIERRA está polarizada principalmente según una polarización dada, llamada copolarización. De manera intrínseca a la emisión de la señal de prueba  $S_{prueba}$  se genera una componente de polarización cruzada con la componente copolarizada.

La potencia de la componente cruzada en polarización está atenuada frente a la componente copolarizada. En efecto, la densidad de potencia útil de la señal de prueba  $S_{prueba}$  está contenida principalmente en la componente copolarizada.

50 En el satélite, el procedimiento de la invención permite configurar dos trayectos del repetidor que permiten amplificar cada uno de ellos una componente de la señal. En esta forma de realización, se desprecian las componentes de polarización cruzadas de las señales retransmitidas hacia la segunda estación de tierra ST2 que estarían inducidas por el propio satélite en cada trayecto.

Los amplificadores del satélite pueden estar configurados preferiblemente con una ganancia fija máxima, por ejemplo en el modo FGM, acrónimo que en términos anglosajones significa "Fixed Gain Mode". Cuando el satélite está configurado en una ganancia máxima, el rango dinámico de detección del receptor de la segunda estación en tierra es máximo.

5 En tierra, en esta forma de realización, el receptor puede comprender dos antenas de recepción, ANT2\_TIERRA(1) y ANT2\_TIERRA(2), para detectar cada componente polarizada: la componente copolarizada y la componente de polarización cruzada. Por lo tanto, las dos antenas ANT2\_TIERRA(1) y ANT2\_TIERRA(2) están configuradas con polarizaciones ortogonales. La componente copolarizada es la componente que comprende la mayor densidad de potencia y es detectada y demodulada naturalmente por el receptor de la segunda estación de tierra ST2.

10 Dependiendo de la orientación de la antena ANT1\_TIERRA y de la potencia de emisión de la señal de prueba  $S_{prueba}$ , el nivel recibido de la señal de prueba  $S_{prueba}$  en recepción en la segunda estación de tierra ST2 puede variar según un amplio rango de valores. La relación de potencia de la señal útil al nivel de potencia del ruido puede variar, y las detecciones de las señales útiles pueden hacerse difíciles de llevar a la práctica. Pueden producirse entonces diferentes casos de detección según las componentes de polarización que se consideren.

15 Un primer factor de ganancia puede ser calculado por un computador del receptor. El primer factor de ganancia se calcula en función de la potencia recibida de la componente copolarizada.

20 Cuando la potencia de la señal de prueba  $S_{prueba}$  es muy baja según la componente de polarización cruzada y el receptor no detecta componentes cruzadas mientras que se detecta una componente copolarizada, el procedimiento de la invención permite recuperar información procedente de la recepción de la componente copolarizada para mejorar la detección de la componente de polarización cruzada. De entre esta información, se puede utilizar al menos una referencia en frecuencia y/o en tiempo de las señales detectadas de la componente copolarizada en orden a optimizar los umbrales de detección en frecuencia y/o en tiempo de la componente de polarización cruzada.

25 En el caso de una antena de recepción ANT2\_TIERRA(2) dedicada a la detección de la componente cruzada de polarización, esta última puede ser pilotada mediante una referencia frecuencial y temporal deducida de la detección de la antena de recepción de la copolarización ANT2\_TIERRA(1) de la señal de prueba  $S_{prueba}$  demodulando la secuencia de bits de datos recibida.

30 Se puede calcular un segundo factor de ganancia para adaptar automáticamente la ganancia del emisor de la primera estación base ST1. Por ejemplo, pilotando un nivel de potencia más elevado para obtener la componente cruzada en polarización. En este último caso, se puede utilizar un enlace terrestre o inalámbrico, por ejemplo por satélite, para que el computador de la segunda estación de tierra ST2 transmita el segundo factor de ganancia al emisor de la primera estación de tierra ST1.

En este último caso, por supuesto, en la medida en recepción se tiene en cuenta la variación de potencia en emisión para establecer una cartografía de cobertura representativa del funcionamiento de la antena de emisión ANT1\_TIERRA.

35 Uso de la secuencia de bits de datos

40 De acuerdo con una forma de realización, la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  se puede utilizar para codificar información de potencia de la antena de emisión ANT1\_TIERRA por cada nueva orientación probada de la antena. Adicionalmente, la propia orientación puede estar codificada en la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$ . Por lo tanto, el procedimiento de la invención permite realizar una prueba de potencia para una orientación dada de la antena de emisión ANT1\_TIERRA, al propio tiempo que comunica al receptor de la segunda estación de tierra ST2 información que puede ser explotada para mejorar la detección de las señales y para grabar las medidas directamente.

45 De acuerdo con una forma de realización que puede combinarse con la anterior, la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  puede ser repetida cierto número de veces en la señal de prueba  $S_{prueba}$ . En este caso, la secuencia PN modula varias secuencias de bits de datos  $SEQ_{BIT}$ . El tamaño de la secuencia PN puede ser adaptado o también puede repetirse. Cuando el tamaño de la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  modulada mediante la secuencia PN es más largo, entonces se puede adaptar la velocidad de barrido de la antena de emisión ANT1\_TIERRA para que se corresponda con un espacio de tiempo de detección más largo de la señal de prueba  $S_{prueba}$ .

50 Por lo tanto, el procedimiento permite adaptar la longitud de la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  para permitir mejorar la ganancia de procesamiento en el receptor y, por tanto, la ganancia de antena.

55 Por ende, si para la detección no basta una sola secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  modulada mediante una secuencia PN, se puede operar una reemisión de la señal de prueba  $S_{prueba}$  con una codificación de una pluralidad de secuencias  $SEQ_{BIT}$ . El procedimiento de la invención permite repetir la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  en la señal de prueba  $S_{prueba}$  con el fin de elevar el umbral de detección. En efecto, el hecho de aumentar la duración de la señal de prueba  $S_{prueba}$  repitiendo la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  permite aumentar el tiempo de integración de

cada bit de datos y, por tanto, aumentar la densidad de potencia por bit de datos recibido.

Cuando se reduce la velocidad de barrido de la antena de emisión ANT1\_TIERRA, aumenta entonces el tiempo de medida en recepción para analizar la secuencia de bits de datos repetida. Al verse mejorada la ganancia de procesamiento, el receptor tiene un margen de detección más amplio.

- 5 El procedimiento de la invención permite utilizar una o dos componentes de polarización en recepción para:
- generar una consigna de pilotaje de la velocidad de barrido de la antena de emisión ANT1\_TIERRA y/o;
  - repetir cierto número de veces la secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub> en la señal de prueba S<sub>prueba</sub> para obtener una ganancia de antena dada en recepción y/o;
  - repetir cierto número de veces la secuencia PN con o sin codificación de una secuencia SEQ<sub>BIT</sub> con el fin de mejorar la detección.

10 Un computador del emisor de la primera estación de tierra permite, de acuerdo con una forma de realización, codificar información de configuración de cada prueba en la secuencia de bits de datos tal como:

- la orientación de la antena y/o
- la velocidad actual de barrido y/o;
- 15 ▪ la potencia de emisión de la señal de prueba S<sub>prueba</sub>.

De acuerdo con otra forma de realización, si la secuencia PN es corta, el procedimiento de la invención permite repetir la secuencia PN cierto número de veces en la señal de prueba S<sub>prueba</sub> con el fin de aumentar la ganancia de procesamiento en recepción y, por tanto, de mejorar la detección de la señal de prueba S<sub>prueba</sub>. La repetición de la secuencia PN se puede efectuar sin secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub>, puesto que el objetivo es detectar en recepción la presencia de la señal de prueba S<sub>prueba</sub> con el fin de adaptar la ganancia en recepción o de controlar automáticamente el emisor mediante una consigna de potencia o de velocidad de barrido.

20 En el caso de haber dos antenas configuradas en recepción según polarizaciones ortogonales, la detección de la componente copolarizada permite demodular la secuencia PN y suministrar a la segunda antena una información que permite realizar una demodulación coherente. La demodulación coherente se realiza mediante la compartición de la secuencia PN recibida por la primera antena ANT2\_TIERRA(2) y demodulada por el receptor con el receptor de la segunda antena ANT2\_TIERRA(2) que detecta la componente de polarización cruzada. La correlación de los datos esperados con la secuencia PN demodulada de la componente copolarizada permite aumentar los niveles de detección de la componente de polarización cruzada.

#### Pilotaje Emisor

- 30 En todas las formas de realización, la demodulación y la decodificación de los datos de la secuencia de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub> permite deducir una consigna de pilotaje del emisor. Esta consigna puede ser transmitida automáticamente a partir de un computador y de un componente de acceso a una red de comunicación vía terrena o satélite.

- 35 De este modo, la velocidad de barrido se modifica merced a un mando de pilotaje del motor. La resolución, es decir, el paso de orientación de la antena, también puede estar pilotada para obtener diferentes medidas en un cono de orientación dado de la antena ANT1\_TIERRA.

De acuerdo con una forma de realización, la velocidad de barrido de la antena de emisión ANT1\_TIERRA puede comprender una primera preconfiguración.

- 40 Es decir, en el supuesto límite de cobertura, la velocidad de barrido de la antena es reducida, permitiendo repetir varias secuencias de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub> a fin de aumentar la ganancia en recepción y disminuir los umbrales de detección de señales. En cambio, cuando la antena se dirige según una orientación que apunta, por ejemplo, al satélite, la velocidad de barrido de la antena puede ser más rápida, ya que las señales de prueba S<sub>prueba</sub> pueden comprender secuencias de bits de datos SEQ<sub>BIT</sub> y secuencias PN más cortas.

#### Configuración satélite

- 45 El procedimiento de la invención puede aplicarse con dos tipos de configuraciones de los repetidores del satélite SAT.

Un primer modo de configuración de los repetidores utilizados por el procedimiento de la invención es el modo FGM, que permite definir una potencia fija en cada repetidor.

El repetidor aplica una misma ganancia para cada señal de prueba  $S_{prueba}$  que haya de reemitirse hacia la estación en tierra ST2. En este caso, el receptor en tierra mide variaciones de potencias fieles a las variaciones debidas a los cambios de orientación de la antena de emisión ANT1\_TIERRA en las pruebas.

5 Un segundo modo de configuración de los repetidores del satélite por el procedimiento de la invención es el modo ALC. El modo ALC permite adecuar la ganancia que ha de aplicarse a la señal recibida por el satélite en función del nivel de la señal recibida a la entrada del satélite, a fin de entregar a la salida del repetidor un nivel de señal fijo.

10 La amplificación de las señales en el seno del satélite es pilotada dinámicamente. La banda de valores de ganancias que han de aplicarse a las señales a la entrada del satélite permite amplificar estas últimas cuando su potencia está comprendida dentro de una banda dada. Las desviaciones de potencia recibida en la antena de recepción del satélite se compensan entonces para mantener un nivel fijo de potencia a la salida de la cadena de amplificación.

De este modo, es posible medir las variaciones de ganancia aplicada en la cadena de amplificación del satélite para inferir el diagrama de la antena en emisión, pudiendo realizarse la prueba para un conjunto de orientaciones de dicha antena.

15 Las medidas de ganancias aplicadas a las señales de entrada del satélite son efectuadas dinámicamente por el satélite. Estas medidas pueden ser grabadas y/o enviadas a una estación en tierra, por ejemplo merced a la antena de telemetría del satélite.

20 En orden a mejorar la detección de la señal a la entrada del satélite cuando la señal está afectada de ruido o su nivel es bajo, la codificación de una secuencia de bits según el procedimiento de la invención permite en el satélite efectuar una mejor detección. Las medidas se reemiten, por ejemplo, en tierra a través de la antena de telemetría. La secuencia de bits puede ser repetida, o se puede ralentizar la velocidad de barrido de la antena de emisión en tierra a fin de aumentar la ganancia de recepción a bordo del satélite.

25 Considerando que no haya presencia de ninguna interferencia en el trayecto ascendente y en el trayecto descendente y si el satélite está configurado en un modo ALC, el repetidor amplificará la señal recibida dentro de un rango nominal de ganancia. En recepción, se puede pronosticar el nivel recibido conociendo las características de amplificación del repetidor del satélite y conociendo el nivel de potencia de la antena de emisión ANT1\_TIERRA.

De este modo, los dos modos de configuración del satélite son compatibles con la invención y pueden ser utilizados conjuntamente. Por ejemplo, en un cierto rango de valores de niveles de potencia, se configura el modo ALC y, por debajo de cierto umbral de potencia a la entrada del satélite, se aplica una ganancia fija a las señales recibidas.

30 De acuerdo con una forma de realización, el satélite SAT comprende transpondedores configurados según dos polarizaciones lineales ortogonales. La figura 3 representa un ejemplo de realización, un primer conjunto de transpondedores T1, T3 comprende una polarización lineal horizontal H-POL y un segundo conjunto de transpondedores T2, T4, T6 comprende una polarización vertical V-POL. Cada transpondedor T1, T2, T3, T4, T6 comprende una banda en frecuencia B1, B2, B3, B4, B6.

35 Se puede utilizar un multiplexador a la entrada y a la salida del satélite SAT para asignar las diferentes señales a los diferentes transpondedores en función de las frecuencias en recepción y en emisión y de las bandas en frecuencias de cada transpondedor.

40 Las componentes copolarizadas y las componentes cruzadas de la señal de prueba  $S_{prueba}$  son transmitidas y procesadas por los transpondedores que tienen las polarizaciones apropiadas para dichas componentes. Las señales son emitidas a continuación por cada transpondedor del satélite SAT a su salida hacia la segunda estación en tierra ST2.

#### Gestión de las interferencias inducidas

En recepción, la señal de prueba  $S_{prueba}$  recibida se multiplica por una secuencia PN grabada y conocida por el receptor de la segunda estación de tierra ST2. La correlación de los datos recibidos y de los datos conocidos permite deducir en banda base la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$ .

45 Las secuencias de tipo PN permiten, merced a sus muy buenas propiedades de autocorrelación, detectar una señal incluso dentro de un nivel de ruido considerable.

50 Cuando se detectan señales terceras que causan interferencias en la señal total recibida, estas últimas se eliminan merced a la demodulación de la secuencia PN. Por ende, el procedimiento de la invención permite probar una cartografía de una antena de emisión al propio tiempo que disminuye la potencia en transmisión y que se libra de interferencias causadas por la recepción de señales terceras. La ganancia de procesamiento en recepción se ve mejorada merced a la configuración de la(s) secuencia(s) PN y secuencia(s)  $SEQ_{BIT}$  por el modulador en emisión.

La correlación de la secuencia PN conocida con una secuencia demodulada genera un pico de potencia cuando las dos señales se corresponden. La detección se realiza con una precisión del símbolo, puesto que la multiplicación de

dos secuencias PN idénticas permite obtener una correspondencia perfecta y un pico de potencia en la detección. La multiplicación de dos secuencias PN desfasadas en un símbolo da una potencia embebida en un nivel de ruido.

Como consecuencia de la demodulación de la secuencia PN, la energía de la señal útil pasa a ser considerable frente al ruido y al nivel de las señales de interferencias.

- 5 Cuando las interferencias son recibidas a la entrada del satélite SAT y las señales de interferencias son amplificadas por el satélite SAT, la demodulación en recepción por el receptor de la segunda estación de tierra ST2 permite deducir la señal útil merced a la modulación por espectro ensanchado.

10 En cambio, en este último caso, el satélite ha amplificado una señal correspondiente a la suma de la señal de prueba  $S_{prueba}$  y de las interferencias, señaladas con J. Si el repetidor está configurado en un modo ALC, la potencia de salida del satélite estará sesgada por la presencia de las interferencias que han sido amplificadas. De este modo, no se podrá tener en cuenta el nivel de amplificación del repetidor tal cual para deducir un dato pertinente de cobertura de la antena de emisión en tierra ANT1\_TIERRA.

15 El procedimiento de la invención permite deducir el valor de la potencia recibida ligada a las interferencias J en recepción en tierra para generar un factor de compensación  $F_J$  de las interferencias. Este factor  $F_J$  permite corregir la ganancia del satélite sesgada por la presencia de interferencias en la medida grabada de potencia recibida.

Un primer método comprende la medida de potencia de la señal  $S_{prueba}+J$  antes de la demodulación de la señal de prueba  $S_{prueba}$ . Por ejemplo, esta medida se realiza a partir de un analizador de espectros. De acuerdo con otro método, esta medida se realiza mediante la utilización de la transformada discreta de Fourier y mediante la aplicación del teorema de Parseval sobre los niveles digitalizados.

- 20 Un segundo método comprende la recepción de la señal de prueba  $S_{prueba}$  con las interferencias J en dos trayectos diferentes e idénticos. Las señales se demodulan en los dos trayectos. Uno de los trayectos comprende un filtro de rechazo de banda de la banda base de la señal de prueba  $S_{prueba}$  demodulada correspondiente a los datos base demodulados.

25 La comparación de las dos señales demoduladas en cada trayecto permite obtener la potencia de las interferencias J aisladas restando las dos señales de los dos trayectos.

Cuando se calcula la potencia ligada a la presencia de interferencias J, se puede tener en cuenta el factor de compensación  $F_J$  de las interferencias para deducir las medidas de potencias recibidas y ganancias necesarias que han de configurarse para la antena de emisión para una orientación dada.

- 30 El factor de compensación de interferencias  $F_J$  puede ser calculado para cada medida correspondiente a una orientación de la antena de emisión dada ANT1\_TIERRA. Este factor se puede memorizar en una memoria de la segunda estación de tierra ST2. Asimismo, puede ser transmitido a la primera estación de tierra ST1.

35 De acuerdo con otra forma de realización, la antena de emisión ANT1\_TIERRA de la primera estación de tierra ST1 calibra cada una de las potencias de emisión de la antena ANT1\_TIERRA en función de las últimas medidas de potencias de interferencias teniendo en cuenta el factor de compensación de interferencias. Esta solución permite adecuar dinámicamente el nivel de potencia necesaria en emisión.

Un ejemplo de cálculo de la potencia de las interferencias viene dado a continuación.

Si se señala con  $S_0$  la potencia de la señal útil recibida y con  $J_0$  la potencia de las interferencias recibidas a  $t_0$ . EIRP<sub>0</sub> es la potencia total recibida por la antena de recepción de la segunda estación de tierra ST2. Tenemos:

$$S_0 + J_0 = \text{EIRP}_0;$$

- 40  $S_0$  y  $J_0$  se pueden estimar como se ha expuesto anteriormente.

Se señala la relación  $k_0 = S_0/J_0$

Esta relación se puede elegir en un modo como el factor de compensación de interferencias o, asimismo, puede permitir definirlo según la definición dada al factor de compensación de interferencias.

Se obtiene  $S_0 = \text{EIRP}_0 \cdot (k_0 / (k_0 + 1))$

- 45 En el instante siguiente  $t_1$ , correspondiente a una nueva orientación de la antena de emisión ANT1\_TIERRA, un computador de la estación de tierra ST1 permite calcular el factor  $k_1$  deducido de las medidas a  $t_0$ .

La variación del nivel de salida de la señal en la antena de emisión se calculará en función de la potencia recibida aparente EIRP de la antena de la segunda estación de tierra ST2.

Las variaciones de la señal de prueba  $S_{prueba}$  recibida en recepción se pueden calcular entre dos emisiones de la

antena de emisión para dos diferentes orientaciones de la antena ANT1\_TIERRA.

De la misma manera, se calcula la potencia útil de la señal de prueba  $S_{prueba}$  a la entrada del receptor del satélite para tener en cuenta la ganancia variable del satélite en una configuración de tipo ALC.

Detalle de configuraciones operativas

5 - Frecuencia portadora y ancho de banda

De acuerdo con una forma de realización, la frecuencia portadora se puede elegir, por ejemplo, dentro de una banda Ku o cualquier otra banda en frecuencias. Se puede elegir una frecuencia portadora que asegure el trayecto ascendente hacia el satélite, por ejemplo, igual a 13,78267 GHz con una banda de 54 MHz. Se puede elegir una frecuencia portadora que asegure el trayecto descendente igual a 10,98267 GHz.

10 El ancho de banda utilizado del canal depende de la función de ensanchamiento de espectro y, por tanto, del tamaño de la secuencia PN.

De acuerdo con otro ejemplo, el canal del trayecto ascendente puede tener una anchura de 54 MHz. De acuerdo con otro ejemplo, el canal puede ser todavía más estrecho, por ejemplo del orden de 5 MHz sobre un canal de 72 MHz.

- Codificación, ganancia de procesamiento

15 De acuerdo con un primer ejemplo, una secuencia de bits de datos transmitida a 1 kbit/s (1000 bit/s) se puede codificar con una secuencia PN de 25 Msímbolos/s (25 000 000 símbolos/s). En este caso, cada bit de datos está codificado mediante 25 000 símbolos de la secuencia PN. La ganancia de procesamiento es de  $10 \cdot \log_{10}(D_{SYM}/D_{BIT})$ , es decir, de 44 dB en este ejemplo.

20 De acuerdo con un segundo ejemplo, una secuencia de bits de datos transmitida a 1 kbit/s (1000 bit/s) se puede codificar con una secuencia PN de 1 Msímbolos/s (1 000 000 símbolos/s). En este caso, cada bit de datos está codificado mediante 1000 símbolos de la secuencia PN.

25 De acuerdo con un tercer ejemplo, la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  se transmite a una velocidad de transferencia de 15 kbit/s. La secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  se modula mediante una secuencia PN pseudoaleatoria de 3,84 Msímbolos/s. Por lo tanto, cada bit de datos está codificado mediante 156 símbolos. Se obtiene una ganancia de procesamiento  $G_T$  de 24 dB.

De acuerdo con otro ejemplo de realización, una secuencia PN de una velocidad de transferencia de 50 Msímbolos/s permite codificar una secuencia de bits de 100 bit/s con una ganancia de procesamiento  $G_T$  de 57 dB.

30 Estos ejemplos permiten comprender que la ganancia de procesamiento se puede determinar ventajosamente de manera elevada considerando una relación favorable entre el tamaño de una secuencia PN y el tamaño de la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$ .

La secuencia de bits de datos no tiene otro propósito que el de establecer una prueba y transmitir ciertas informaciones útiles de configuración de la emisión según el modo que se contemple del procedimiento de la invención.

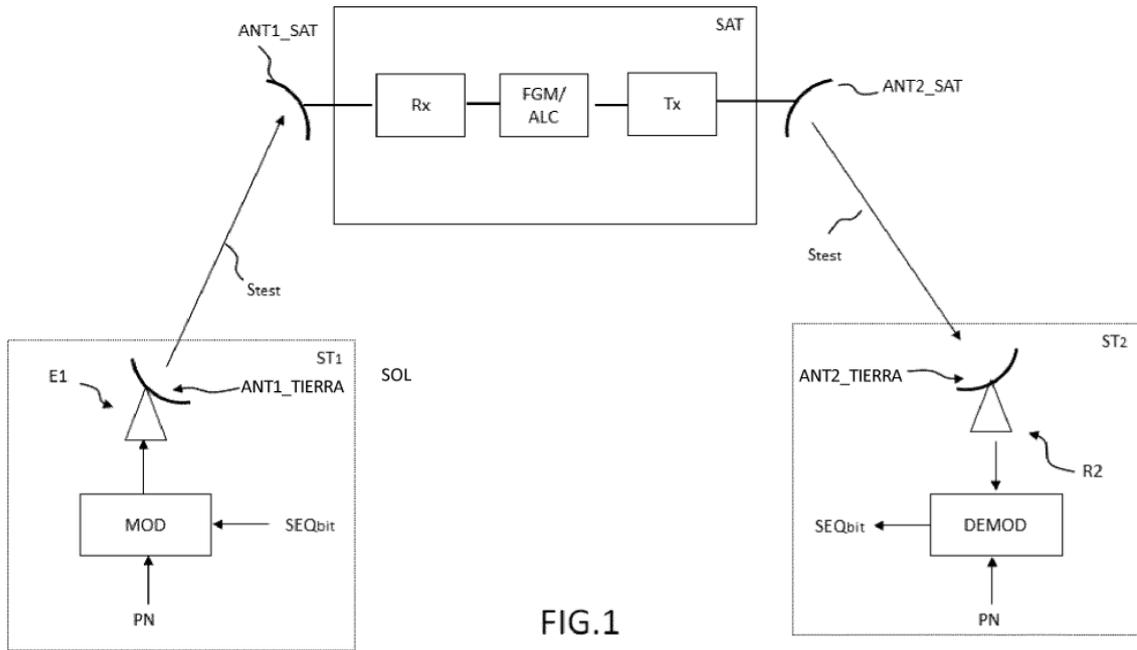
35 En la realización más completa de la invención, la potencia de emisión, la orientación de antena y la velocidad de barrido se transmiten en la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$ . En este escenario, se necesita un número limitado de bits de datos para transmitir estas informaciones. Por ende, la secuencia de bits de datos  $SEQ_{BIT}$  puede elegirse relativamente corta, es decir, comprender, por ejemplo, unos bits, un centenar de bits o también un millar de bits. Pueden elegirse otros ejemplos para definir la longitud de la secuencia de bits de datos.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medida de ganancias de antena de un emisor ( $E_1$ ) de una primera estación terrena ( $ST_1$ ) para la generación de al menos una cartografía de cobertura de dicha antena, caracterizado por que el procedimiento comprende:
- 5       ▪ una pluralidad de emisiones de una señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) por un emisor ( $E_1$ ) de una primera estación terrena ( $ST_1$ ) con destino a un satélite (SAT) que comprende un repetidor para retransmitir la señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) a una segunda estación terrena ( $ST_2$ ), realizándose las emisiones del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación ( $ST_1$ ) según diferentes orientaciones ( $\theta_{i, i \in \{1..N\}}$ ) de la antena del emisor ( $E_1$ ), modulándose dicha señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) por espectro ensanchado dentro de un canal de un ancho predeterminado
- 10       mediante una secuencia numérica pseudoaleatoria (PN) que codifica al menos una secuencia de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) generada por un computador del emisor ( $E_1$ );
- una recepción de cada señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) por parte de un receptor ( $R_2$ ) de la segunda estación terrena ( $ST_2$ );
- una demodulación de cada señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) que permite medir la potencia recibida de cada señal de prueba ( $S_{prueba}$ );
- 15       ▪ una comparación de cada potencia con un primer umbral de referencia de potencia predefinida (UMBRAL\_P);
- una generación de una consigna de codificación (CONS\_COD) encaminada a codificar un número dado ( $N_{SEQ}$ ) de secuencias de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) mediante al menos una secuencia pseudoaleatoria (PN) en una misma señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) cuando dicha potencia recibida de una señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) está por debajo del primer umbral de potencia (UMBRAL\_P).
- 20       2. Procedimiento de medida según la reivindicación 1, caracterizado por que la señal de prueba generada comprende una pluralidad de secuencias PN, siendo el número de secuencias PN dependiente del nivel de potencia de emisión de la señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) y de la orientación de la antena (ANT1\_TIERRA).
- 25       3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2, caracterizado por que la secuencia de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) es una secuencia que comprende tan sólo bits de valores iguales a 1, de modo que la secuencia recibida se corresponda con la secuencia PN.
4. Procedimiento de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que al menos una secuencia de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) comprende datos que codifican la orientación actual ( $\theta_k$ ) de la antena de emisión del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ), comprendiendo dicho procedimiento una decodificación de la secuencia de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) mediante un computador del receptor ( $R_2$ ) de la segunda estación terrena ( $ST_2$ ) para atribuir la orientación angular actual de la antena del emisor ( $E_1$ ) decodificada a la potencia de la señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) medida en recepción.
- 30       5. Procedimiento de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que:
- 35       ▪ al menos una secuencia de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) comprende, además, datos correspondientes a la potencia de emisión de la antena del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ );
- al menos una secuencia de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) comprende, además, datos correspondientes a la velocidad de barrido de la antena del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ );
- 40       ▪ al menos una secuencia de bits de datos ( $SEQ_{BIT}$ ) comprende, además, datos correspondientes a una calibración de la señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) emitida por la antena del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ).
6. Procedimiento de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por comprender:
- 45       ▪ una generación de una consigna de control automático de motor (CONS\_MOT) que permite pilotar la velocidad de barrido de la antena del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ) en función del nivel de potencia medida de la señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) recibida;
- una generación de una consigna de control automático de motor (CONS\_MOT) que permite pilotar la velocidad de barrido de la antena del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ) en función de la orientación de la antena correspondiente a la medida de la potencia medida de la señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) recibida.
- 50

7. Procedimiento de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) comprende una componente de onda copolarizada (COPOL), correspondiente a la polarización de emisión de la señal, y una componente de onda de polarización cruzada (CROSSPOL), correspondiente a la polarización ortogonal a la polarización de emisión (COPOL), amplificando el repetidor del satélite dichas dos polarizaciones (COPOL, CROSSPOL), demodulando el receptor ( $R_2$ ) de la segunda estación en tierra ( $ST_2$ ) las dos componentes ortogonales de la señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ), comprendiendo la medida de la potencia de la señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) una medida de la potencia de la componente de polarización de emisión (COPOL), comprendiendo además dicho procedimiento una etapa de comparación de dicha potencia de la componente de polarización de emisión (COPOL) con un segundo umbral de referencia de potencia (UMBRAL\_COPOL), en orden a generar automáticamente una consigna de codificación (CONS\_COD) cuando el valor de la potencia es inferior al segundo umbral de referencia de potencia (UMBRAL\_COPOL).
8. Procedimiento de medida según la reivindicación 7, caracterizado por que la medida de la potencia de la señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) comprende una medida de potencia de la componente de onda de polarización cruzada (CROSSPOL) de la señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) recibida por el receptor ( $R_2$ ) de la segunda estación terrena ( $ST_2$ ), y por que una comparación del nivel de potencia recibida de dicha componente de polarización cruzada (CROSSPOL) con un tercer umbral de referencia de potencia (UMBRAL\_CROSSPOL) permite generar una consigna de sincronización (CONS\_SYN), permitiendo dicha consigna de sincronización (CONS\_SYN) tomar un dato de referencia frecuencial (REF\_FREQ) y/o un dato de referencia temporal (REF\_TEMP) calculado a partir de la demodulación de la componente de polarización de emisión (COPOL).
9. Procedimiento de medida según la reivindicación 8, caracterizado por que la generación de una consigna de sincronización (CONS\_SYN) lleva consigo la generación de una consigna de codificación (CONS\_COD).
10. Procedimiento de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que al menos una consigna de codificación (CONS\_COD) y/o al menos una consigna de control automático de motor (CONS\_MOTOR) se transmite automáticamente a un computador del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ) por intermedio de un canal de retorno.
11. Procedimiento de medida según la reivindicación 10, caracterizado por que el canal de retorno se establece:
- bien por mediación de una red terrena;
  - o bien por mediación de un canal inalámbrico que transita por el satélite (SAT) y transmitido a un receptor ( $R_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ).
12. Procedimiento de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que la velocidad de barrido de la antena del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ) está coordinada con el número ( $N_{\text{SES}}$ ) de secuencias de bits de datos ( $SEQ_{\text{BIT}}$ ) codificadas mediante al menos una secuencia pseudoaleatoria (PN), de modo que el barrido de la antena comprende espacios de tiempo de mantenimiento de la antena con una orientación dada suficientemente largos para que pueda ser emitida una señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) que comprende una pluralidad de secuencias de bits de datos ( $SEQ_{\text{BIT}}$ ).
13. Procedimiento de medida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que se efectúa en recepción, por parte de la antena de recepción (ANT2\_TIERRA), una medida de las interferencias (J) amplificadas por el repetidor del satélite, con el fin de deducir un factor de compensación (k) de las interferencias (J) por cada medida de potencia recibida.
14. Procedimiento de generación de un conjunto de medidas para el establecimiento de la cartografía de un diagrama de emisión de una antena de un emisor ( $E_1$ ) de una estación terrena ( $ST_1$ ), caracterizado por que mediante el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 se realiza un conjunto de medidas de potencias recibidas de las señales de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) por un receptor de una segunda estación terrena ( $ST_2$ ), asociándose cada una de dichas medidas de potencia a una orientación de la antena del emisor ( $E_1$ ) de la primera estación terrena ( $ST_1$ ) y memorizándose en una memoria de la segunda estación terrena ( $ST_2$ ).
15. Sistema que comprende:
- una primera estación en tierra ( $ST_1$ ) que incluye un generador de señales (MOD) que permite codificar una primera secuencia de bits de datos ( $SEQ_{\text{bit}}$ ) en una señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) que ha de emitirse a partir de una primera antena (ANT1\_TIERRA);
  - un satélite (SAT) que incluye al menos una antena de recepción (ANT1\_SAT) para recibir la señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ), al menos un transpondedor (T1) para reemitir la señal de prueba ( $S_{\text{prueba}}$ ) amplificada hacia una segunda estación terrena ( $ST_2$ );

- una segunda estación terrena que incluye al menos una antena de recepción (ANT2\_TIERRA) y medios de cálculo y de procesamiento de la señal (DEMOD) para demodular la señal de prueba ( $S_{prueba}$ ) recibida por el satélite (SAT) y generar automáticamente una consigna de codificación según el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.



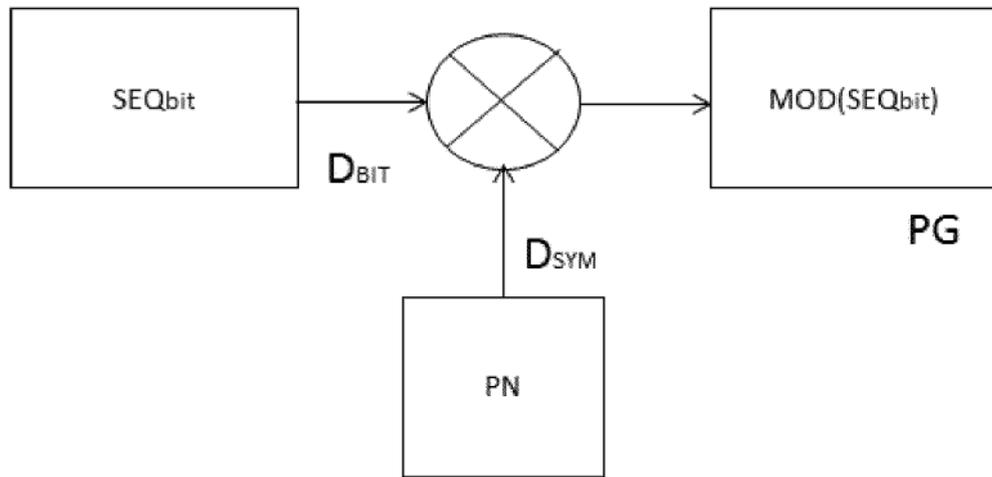


FIG.2

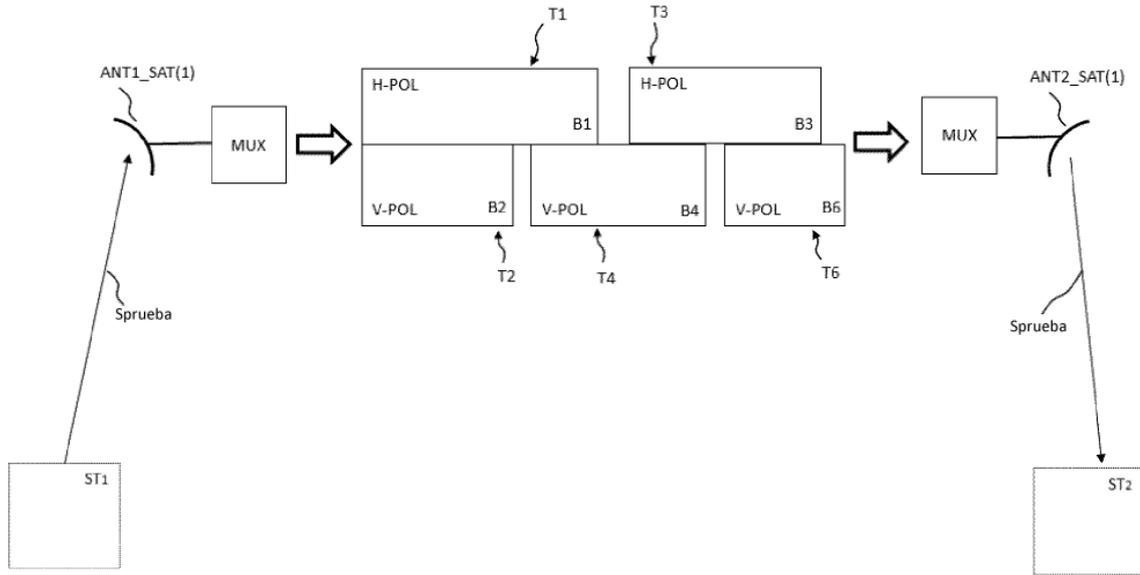


FIG.3