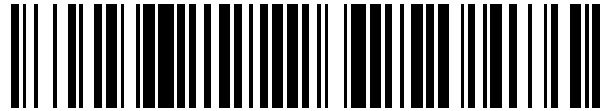


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 764**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/185** (2006.01)

**H01Q 1/24** (2006.01)

**H04B 7/0404** (2007.01)

**H04W 36/18** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2018 E 18166710 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3404849**

54 Título: **Estación terrestre de múltiples antenas para implementar una conmutación transparente con diversidad entre dos satélites itinerantes y procedimiento de conmutación correspondiente**

30 Prioridad:

**16.05.2017 FR 1700518**

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

**14.04.2020**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade  
Nord  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**ARNAUD, MATHIEU;  
BOUTILLON, JEAN-FRANÇOIS y  
ALMEIDA, JEAN-LUC**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 753 764 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

Estación terrestre de múltiples antenas para implementar una conmutación transparente con diversidad entre dos satélites itinerantes y procedimiento de conmutación correspondiente

5 La presente invención se refiere a una estación terrestre de múltiples antenas, de acceso a una constelación de satélites itinerantes de telecomunicaciones, y adecuado para implementar una conmutación transparente con diversidad de un enlace de comunicación desde un satélite de partida hacia un satélite de destino, y un procedimiento de conmutación correspondiente.

10 En los sistemas satelitales de telecomunicaciones que usan una constelación de satélites itinerantes en órbitas del tipo HEO (en inglés, High Earth Orbit, Órbita Terrestre Alta) o MEO (en inglés, Medium Earth Orbit, Órbita Terrestre Media) o LEO (en inglés, Low Earth Orbit, Órbita Terrestre Baja), y estaciones terrestres fijas o móviles que forman terminales del sistema de acceso a los satelitales, se requiere el uso de al menos dos antenas para permitir una conmutación (en inglés "handover") del enlace de comunicación que asegura el servicio suministrado a la estación terrestre desde un primer inicio de satélite descendente de partida al final de visibilidad sobre un segundo satélite ascendente destino al comienzo de visibilidad, ya que las antenas de las estaciones terrestres son directivas.

15 Hasta la fecha, las estaciones terrestres de múltiples antenas, fabricadas o que se han propuesto, constan de dos antenas y usan solo una de ellas durante todo el período que separa dos conmutaciones consecutivas. Por otra parte, durante la implementación de una conmutación, estas estaciones terrestres requieren una doble cadena de demodulación.

20 Recientemente han aparecido estaciones terrestres que permiten acoplar entre dos conmutaciones de enlace la recepción de una misma portadora de un mismo satélite apuntado por las dos antenas, y así realizar una diversidad de recepción sobre las dos antenas.

La solicitud de patente EP 2 779 482 A1 describe la arquitectura de tal estación terrestre de dos antenas que hace posible procesar en diversidad solo la señal recibida de dos antenas que provienen de un mismo satélite.

25 La arquitectura descrita en el documento mencionado anteriormente, y las arquitecturas de las estaciones terrestres producidas y en servicio hasta la fecha, no permiten realizar una conmutación transparente (en inglés "seamless") del enlace entre dos satélites durante el cual se pueda usar una diversidad de recepción sobre al menos dos antenas apuntadas sobre los dos satélites para reforzar la calidad y la fiabilidad de la conmutación. Estas arquitecturas tampoco permiten un uso ininterrumpido de una diversidad de recepción de múltiples antenas durante una conmutación de enlace entre dos configuraciones de partida y de llegada de diversidad de recepción de antenas que apuntan exclusivamente sobre el primer satélite para la configuración de partida y sobre el segundo satélite para la configuración de llegada. Estas arquitecturas tampoco presentan la modularidad requerida, lo que permite una nueva adición, como una nueva antena para mejorar los rendimientos de la recepción.

35 Un primer problema técnico es proponer una arquitectura de estación terrestre que tenga al menos dos antenas directivas móviles que mejore la transparencia de una conmutación de enlace entre un primer satélite y un segundo satélite.

Un segundo problema técnico es proponer una arquitectura de estación terrestre que permita realizar, durante la conmutación del enlace de recepción, una diversidad en recepción sobre al menos dos antenas, apuntando una sobre el primer satélite y apuntando otra sobre el segundo satélite.

40 Un tercer problema técnico es proponer una arquitectura de estación terrestre que permita un uso ininterrumpido de una diversidad de recepción de múltiples antenas durante una conmutación de enlace entre dos configuraciones de partida y de llegada de diversidad de recepción de antenas que apuntan exclusivamente sobre el primer satélite para la configuración de partida y apuntando exclusivamente sobre el segundo satélite para la configuración de llegada.

Un cuarto problema técnico es proponer una arquitectura modular que permita una nueva adición, como una nueva antena para mejorar los rendimientos de la recepción.

45 Un quinto problema técnico es proponer una arquitectura de estación terrestre de múltiples antenas, solución de al menos uno del primer, segundo, tercer, cuarto problemas técnicos, que permite, cuando existe una pluralidad de al menos dos antenas que apuntan hacia un mismo satélite enviar hacia dicho satélite una pluralidad de portadoras que transportan una señal de comunicación idéntica, estando dichas portadoras adaptadas durante la transmisión para suministrar en recepción del satélite un frente de onda de las portadoras agregados de manera coherente.

50 Para esto, la invención tiene por objeto una estación terrestre de múltiples antenas de un sistema satelital de telecomunicaciones que usa una constelación de satélites itinerantes. La estación terrestre comprende:

- un número entero P, superior o igual a dos, de antenas adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite S1 de origen y un segundo satélite S2 de destino, ambos en visibilidad durante dicho período,

- 5 •- un dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, de P terminales de entrada, conectados respectivamente a P terminales de salida de las P antenas, para recibir en la entrada de dicho dispositivo y de procesamiento P señales de antena recibidas y suministradas en la salida de dichas antenas de recepción, y con P terminales de salida para entregar en paralelo P señales procesadas de salida, alineadas entre sí temporalmente y en fase, obtenidas respectivamente a partir de las P P señales de antena recibidas, y
- un dispositivo de combinación de diversidad configurable, conectado en la entrada al dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, para combinar una parte o la totalidad de las señales procesadas de salida en función de una consigna de selección de las señales procesadas de salida y procesadas a combinar, y
- 10 •- un dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación transparente de un enlace de comunicación de recepción desde el primer satélite S1 de origen hacia el segundo satélite S2 de destino.

La estación terrestre está caracterizada porque el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación transparente está configurado para:

- 15 •- gestionar y coordinar la ejecución de una conmutación del enlace de comunicación desde el primer satélite S1 de origen hacia el segundo satélite S2 de destino, estando dicha conmutación del enlace de comunicación constituida por una sucesión de un número k, superior o igual a 2, de conmutaciones Bi transparentes y unitarias de antenas, seleccionadas según una secuencia predeterminada, siendo cada conmutación Bi transparente y unitaria de antena una conmutación de una antena desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1, hacia una
- 20 segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el segundo satélite S2, siendo al menos una de las configuraciones primera y segunda C1(i), C2(i) de diversidad en recepción una configuración en la que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2, y
- durante cada conmutación transparente y unitaria Bi (32, 34; 84, 86, 88), controlar las antenas, el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, así como el dispositivo de combinación de diversidad configurable
- 25 determinando y enviándoles respectivamente:
  - \* comandos de apuntamiento de adquisición de los satélites, y
  - \* comandos de alineación temporal y en fase de las P señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal elaborados en función de mediciones de desviaciones temporales y en fase de P-1 señales recibidas en la entrada con respecto a la señal recibida en la entrada tomada como
  - 30 señal de referencia, y
  - \* una consigna de selección de las señales procesadas de salida a combinar en función de la planificación de la conmutación de la primera configuración de diversidad C1(i) hacia la segunda configuración de diversidad C2(i) y en función de mediciones de calidades de las señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento.

35 Según modos particulares de realización, la estación terrestre de múltiples antenas comprende una o varias de las siguientes características:

- el número entero P de antenas de recepción, adecuadas para apuntar y para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite S1 y un segundo satélite S2, y de canales del dispositivo de recepción y de procesamiento es superior o igual a tres, y preferentemente igual a
- 40 tres, y la primera y segunda configuraciones C1(i), C2(i) de diversidad en recepción de cada conmutación transparente unitaria Bi son cada una configuraciones en las que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2, y durante cada conmutación transparente unitaria Bi y durante la conmutación del enlace de comunicación, una diversidad en recepción sobre al menos dos antenas se asegura permanentemente;
- 45 •- el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122) está configurado para:
  - \* recibir, normalizar y filtrar sobre P canales distintos y separados, las P señales de antena recibidas suministradas en la salida por las P antenas (112, 114, 116), en P señales normalizadas y filtradas, seguidamente
  - 50 •\* estimar desviaciones temporales, desviaciones de fase y desviaciones de calidad entre una señal normalizada y filtrada de referencia, tomada de entre las P señales normalizadas y filtradas, y las P-1 señales normalizadas y filtradas restantes, y suministrar dichas desviaciones al dispositivo de gestión y de conmutación; después
  - \* para cada canal, aplicar una compensación temporal y una compensación de fase a la señal filtrada asociada con el canal a partir de los comandos de alineación temporal y en fase correspondientes, elaboradas y enviadas por el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación;
  - 55 •- el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal comprende además una batería de P dispositivos de control automático de ganancia AGC para normalizar las señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, y una batería de P filtros de paso de banda para filtrar señales normalizadas, por ejemplo, filtros SRRC;
  - 60 •- el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal comprende además una batería de P-1 complejos correlacionadores cruzados complejos para estimar desviaciones temporales, desviaciones de fase y

desviaciones de calidad entre una señal normalizada y filtrada de referencia, tomada de entre las P señales normalizadas y filtradas, y las P-1 señales normalizadas y filtradas restantes, y suministrar dichas desviaciones al dispositivo de gestión y de conmutación, buscando para cada correlacionador cruzado un pico de correlación que permita deducir la desviación temporal entre las señales comparadas, utilizando el argumento de la señal con correlación cruzada para determinar la desviación de fase entre las señales comparadas y utilizando el nivel de correlación entre las señales comparadas para determinar una indicación de diferencia de calidad;

5  
 •- el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal comprende además una batería de P líneas de retardo FIFO de desfase temporal programable, conectada aguas abajo a una batería de multiplicadores con compensación de fase programable, estando los multiplicadores que permiten las compensaciones de fase conectados en la entrada al dispositivo de combinación de diversidad;

10  
 •- el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal está configurado para ajustar selectivamente la ganancia de cada una de las canales para poder atenuar de manera progresiva el nivel de salida de la señal de salida de una búsqueda de una cadena de salida que se desea retirar de la combinación de diversidad, y el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación se configura durante una conmutación de antena del primer satélite al segundo satélite para controlar una rampa de ganancia decreciente sobre la cadena a retirar por el dispositivo de combinación de diversidad, y cuando la calidad diferencial ha excedido un umbral predeterminado, controlar al dispositivo de combinación de diversidad que retire dicha cadena;

15  
 •- la estación terrestre de múltiples antenas comprende un demodulador conectado en la salida del dispositivo de combinación de diversidad y un dispositivo de implementación de un bucle de control de modulación adaptativo ACM, y en la que la dinámica de la rampa de ganancia decreciente se coordina con las características dinámicas del bucle de control de modulación adaptativa ACM;

20  
 •- el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal está configurado para ajustar selectivamente la ganancia de cada una de las canales para poder aumentar progresivamente el nivel de salida de la señal de salida de una cadena de salida que se desea agregar en la combinación de diversidad, y el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación está configurado para, durante una conmutación unitaria de antena del primer satélite al segundo satélite y de la fase de vinculación de la antena al satélite de destino, controlar una rampa de ganancia progresiva sobre la cadena a agregar por el dispositivo de combinación de diversidad;

25  
 •- el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación se configura al detectar una ausencia de señal sobre una cadena activa en la combinación para enviar un comando de retirada al dispositivo de combinación de diversidad;

30  
 •- la estación terrestre comprende un dispositivo de suministro de una misma señal fuente a transmitir en un número entero N, inferior o igual a P, terminales de suministro, y un dispositivo de transmisión y de procesamiento para generar sobre N canales un frente de onda con destino a un satélite, tomado de entre el primer satélite S1 y el segundo satélite S2, conectado en la entrada a los N terminales de suministro, y teniendo N terminales de salida de transmisión conectados a N antenas de entre las P antenas de transmisión o igual a P, para entregar en paralelo N señales procesadas de salida, desfasadas entre sí temporalmente y en fase de modo que los frentes de ondas de cada antena se agreguen en recepción del satélite, y un dispositivo de gestión de diversidad de transmisión configurado para controlar el dispositivo de transmisión y de procesamiento multicanal determinando y enviándole comandos de desfase temporal y en fase de las N señales transmitidas en la salida del dispositivo de transmisión y de procesamiento multicanal elaboradas en función de mediciones de calibración de las cadenas de transmisión, de estimaciones de las contribuciones internas al terminal en recepción y de las contribuciones relacionadas con la diferencia de distancia entre los canales de transmisión;

35  
 •- la estación terrestre de múltiples antenas comprende una cadena de calibración retroactiva de las cadenas de transmisión, conectadas a los puertos de entrada de las N antenas en modo de transmisión a través de acopladores de toma de muestra de cables de conexión y de un interruptor N:1 de selección de cadena, calibrados para las contribuciones internas de cadenas de transmisión de la estación en términos de desviaciones diferenciales temporales y en fase;

40  
 •- el dispositivo multicanal de transmisión y de procesamiento y el dispositivo de gestión de diversidad de transmisión se disponen y se configuran para implementar una compensación de bucle cerrado de las desviaciones temporales y en fases de los N canales de transmisión de una configuración de diversidad de transmisión en la que, las N antenas usadas en diversidad de transmisión sobre el satélite apuntado son al mismo tiempo antenas de diversidad de recepción que apuntan sobre el mismo satélite, y envían N señales idénticas desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite apuntado, y el dispositivo de gestión de diversidad de transmisión recibe una medición de calidad de la agregación de las portadoras transmitidas por las N antenas en modo, habiendo sido determinada la medición de calidad de la agregación de las portadoras en términos de diferencias temporal y de fase por un receptor de una estación terrestre externa remota y retransmitida mediante un canal de terrestre de canal de retorno terrestre o mediante un canal simétrico de canal de retorno del satélite apuntado, y corrige las consignas de desfase temporal y de fase, suministradas al dispositivo multicanal de transmisión y de procesamiento, a partir de las diferencias temporales y de fase medidas por la estación terrestre externa;

45  
 •- las N señales idénticas, desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite apuntado, son señales de una secuencia idéntica de referencia, y las señales diferenciales del receptor de la estación terrestre externa se determinan por correlación, o las N señales idénticas, desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite apuntado, son señales obtenidas a partir de réplicas de una misma señal de tráfico, y las señales

50  
 55  
 60  
 65

diferenciales del receptor de la estación terrestre externa se determinan por correlación de la señal recibida retransmitida por el satélite.

La invención también tiene por objeto un procedimiento de conmutación transparente de un enlace de comunicación en un modo de recepción o un modo dual de recepción/transmisión desde un primer satélite S1 de origen hacia un segundo satélite S2 de destino. El procedimiento de conmutación se implementa por una estación terrestre que comprende:

- un número entero P, superior o igual a dos, de antenas adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite S1 de origen y un segundo satélite S2 de destino, ambos en visibilidad durante dicho período,
- un dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, de P terminales de entrada, conectados respectivamente a P terminales de salida de las P antenas, para recibir en la entrada de dicho dispositivo y de procesamiento P señales de antena recibidas y suministradas en la salida de dichas antenas de recepción, y con P terminales de salida para entregar en paralelo P señales procesadas de salida, alineadas entre sí temporalmente y en fase, obtenidas respectivamente a partir de las P señales de antena recibidas, y
- un dispositivo de combinación de diversidad configurable, conectado en la entrada al dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, para combinar una parte o la totalidad de las señales procesadas de salida en función de una consigna de selección de las señales procesadas de salida y procesadas a combinar, y
- un dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación transparente del enlace de comunicación.

El procedimiento de conmutación del enlace de comunicación está caracterizado porque la conmutación del enlace de comunicación está constituida por una sucesión de un número k, superior o igual a 2, de conmutaciones Bi transparentes y unitarias de antenas, seleccionadas según una secuencia predeterminada, siendo cada conmutación Bi transparente y unitaria de antena una conmutación de una antena desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1, hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el segundo satélite S2, la al menos una de las configuraciones primera y segunda C1(i), C2(i) de diversidad en recepción una configuración en la que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2.

Según modos particulares de realización, el procedimiento de conmutación transparente de un enlace de comunicación comprende una o varias de las siguientes características:

- cada conmutación transparente y unitaria Bi comprende etapas de control del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, así como del dispositivo de combinación de diversidad configurable determinando y enviándoles respectivamente:
  - \* comandos de apuntamiento de adquisición de los satélites, y
  - \* comandos de alineación temporal y en fase de las P señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal elaboradas en función de mediciones de desviaciones temporales y en fase de P-1 señales recibidas en la entrada con respecto a la señal recibida en la entrada tomada como señal de referencia, y
  - \* una consigna de selección de las señales procesadas de salida a combinar en función de la planificación de la conmutación de la primera configuración de diversidad C1 hacia la segunda configuración de diversidad C2 y en función de mediciones de calidades de las señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento, siendo las etapas de control implementadas por el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación transparente del enlace de comunicación.

La invención se comprenderá mejor al leer la descripción de varias formas de realización que seguirán, dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos en los que:

- la figura 1 es una vista del desarrollo de una conmutación en recepción de un enlace de comunicación desde un primer satélite S1 hacia un segundo satélite S2, implementado por una estación terrestre con dos antenas directivas móviles según la invención y según un primer modo de realización;
- la figura 2 es una vista del desarrollo de una conmutación en recepción de un enlace de comunicación desde un primer satélite S1 hacia un segundo satélite S2, implementado por una estación terrestre con tres antenas directivas móviles según un segundo modo de realización;
- la figura 3 es una vista de una arquitectura modular general de una estación terrestre de múltiples antenas relacionada con los dispositivos de dicha estación y su disposición que permite la implementación de una conmutación transparente en recepción de un enlace de comunicación desde un primer satélite de partida S1 hacia un segundo satélite S2 con optimización del uso de la diversidad en recepción, como se representa en los ejemplos de las figuras 1 y 2;
- la figura 4 es un diagrama de flujo de una conmutación transparente unitaria de antena desde el primer satélite de partida S1 hacia el segundo satélite S2, siendo la conmutación transparente unitaria implementada por la estación terrestre de múltiples antenas según la invención de la figura 3, siendo y una etapa genérica de una sucesión de etapas de conmutación transparente unitaria, formando dicha sucesión una conmutación en recepción de un enlace de comunicación desde el primer satélite S1 hacia el segundo satélite S2;

- la figura 5 es una vista parcial de un sistema de comunicaciones en la que una estación terrestre según la invención está limitada para simplificar la ilustración con dos canales de transmisión en diversidad de transmisión y con dos antenas directivas móviles, funcionando en modo de transmisión y apuntando con seguimiento hacia un mismo satélite, permitiendo la vista parcial identificar las contribuciones respectivas aportadas por los equipos de la estación terrestre sobre cada una de los canales y por los trayectos geométricos diferenciados entre las antenas de la estación terrestre y el satélite apuntando a los desfases temporales y en fase desde las entradas de los canales hasta los satélites;
- la figura 6 es una vista parcial de una arquitectura modular de una estación terrestre de múltiples antenas, limitada a un dispositivo de transmisión y de procesamiento multicanal de N canales que permite transmitir N portadoras a la misma frecuencia mientras transportan la misma señal de comunicación, a través de N antenas que funcionan en modo de transmisión y apuntadas hacia el mismo satélite, para realizar una recepción por el satélite apuntado de las N portadoras agregadas de manera coherente;
- la figura 7 es una vista de un sistema de calibración de las cadenas de transmisión de RF, conectado entre las salidas de N canales de transmisión del dispositivo de transmisión y de procesamiento multicanal y las antenas asociadas en modo de transmisión;
- la figura 8 es una vista de un ejemplo de sistema de compensación de bucle cerrado de los desfases temporales y en fase aplicadas a las señales de los N canales de transmisión del dispositivo de transmisión y de procesamiento de la estación terrestre, usando el sistema de compensación una secuencia o mensaje de referencia.

En los sistemas satelitales de telecomunicaciones que usan una constelación de satélites itinerantes en órbitas del tipo HEO (en inglés, High Earth Orbit, Órbita Terrestre Alta) o MEO (en inglés, Medium Earth Orbit, Órbita Terrestre Media) o LEO (en inglés, Low Earth Orbit, Órbita Terrestre Baja), estaciones terrestres fijas o móviles, que forman terminales del sistema satelital se usan para acceder a uno o varios de los satélites y para intercambiar con ellos las señales de telecomunicaciones transportadas por una o varias portadoras.

Las estaciones terrestres incluyen y deben usar al menos dos antenas para permitirles implementar las conmutaciones (en inglés "handover") de enlaces de comunicación desde una primera salida de satélite descendente de partida el final de la visibilidad hacia un segundo satélite ascendente de destino en comienzo de visibilidad, ya que dichas antenas de las estaciones terrestres son directivas.

El concepto subyacente de la invención es reforzar el uso de la diversidad de las antenas en modo de recepción y/o en modo de transmisión durante una conmutación y fuera de conmutación y ofrecer la posibilidad de agregar según el tiempo antenas adicionales que permiten aumentar la disponibilidad y los rendimientos de radio de RF de la estación terrestre y también para asegurar un mantenimiento de la estación terrestre sin perjudicar la disponibilidad del servicio en curso.

El concepto subyacente de la invención se basa en la operación de mediciones, realizadas, por ejemplo, con ayuda uno o varios correlacionadores cruzados, de diferencias de trayecto, sufridas por las señales recibidas o transmitidas por dos o más antenas de la estación, permitiendo estas mediciones que las señales recibidas o transmitidas se ajusten posteriormente en el tiempo, en fase y en amplitud y para resumir de manera coherente más adelante. De este modo, se puede lograr una mejora en la relación señal a ruido de  $10\log(N)$  dB, siendo N el número de antenas implicadas en la operación de suma o de agregación coherente.

Según la figura 1 y un primer modo de realización, una estación 2 terrestre de múltiples antenas de un sistema 12 satelital de telecomunicaciones que usa una constelación 14 de satélites itinerantes aquí comprende dos antenas 22, 24, directivas y móviles, adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite 32 S1 de origen y un segundo satélite 34 S2 de destino, ambos en visibilidad durante dicho período.

La estación 2 terrestre de múltiples antenas según la invención está configurada para implementar una conmutación 42 de un enlace de comunicación desde el primer satélite S1 de partida o de origen hacia el segundo satélite S2 de destino.

La conmutación 42 del enlace de comunicación está constituida aquí por una sucesión de dos conmutaciones B1, B2, designadas respectivamente por las referencias 44, 46, transparentes y unitarias de las antenas 22, 24, seleccionadas según una secuencia predeterminada, aquí B1 luego B2.

La primera conmutación B1 transparente y unitaria 44 es la conmutación de la primera antena 22 desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(1) en la que la primera antena 22 seleccionada para la primera conmutación B1 se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1 hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(1) en la que la primera antena 22 seleccionada se apunta con seguimiento en el segundo satélite S2.

La primera conmutación B1 transparente y unitaria se descompone en primera, segunda, tercera fases, ejecutadas sucesivamente, designadas respectivamente por "fase n.º 1", "fase n.º 2", "fase n.º 3".

En la primera fase "fase n.º 1", las antenas primera y segunda 22, 24 reciben desde y transmiten hacia el primer satélite S1 según la primera configuración de diversidad C1 (1).

Durante la segunda fase "fase n.º 2", cuando el primer satélite S1 llega al final de la carrera (es decir, tiene una elevación con respecto a la estación terrestre estrictamente inferior a 15° típicamente), la primera antena 22 deja de transmitir y de recibir hacia el primer satélite S1 para unirse al segundo satélite S2 en la tercera fase "fase n.º 3".

5 Durante la tercera fase "fase n.º 3", la primera antena 22 recibe y transmite hacia el segundo satélite S2 mientras que la segunda antena 24 recibe y transmite hacia el primer satélite S1, según la segunda configuración de diversidad en recepción C2(1).

10 La segunda conmutación B2 transparente y unitaria es la conmutación de la segunda antena 24 desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(2), idéntica a la segunda configuración de diversidad en recepción C2 (1) de la primera conmutación unitaria B1, en la que la segunda antena 24 seleccionada para la segunda conmutación unitaria B2 se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1 hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(2) en la que la primera antena 22 y la segunda antena 24 seleccionada están apuntadas con seguimiento hacia el segundo satélite S2.

15 La segunda conmutación 46 B2, transparente y unitaria, se descompone en la tercera fase "fase n.º 3" y la cuarta, quinta fases, designadas respectivamente por "fase n.º 4", "fase n.º 5", la tercera, cuarta, quinta fases siendo ejecutadas sucesivamente.

Durante la tercera fase "fase n.º 3", la primera antena 22 recibe y transmite hacia el segundo satélite S2 mientras que la segunda antena 24 recibe y transmite hacia el primer satélite S1, según la primera configuración de diversidad en recepción C2(1) de la segunda conmutación unitaria.

20 Durante la cuarta fase "fase n.º 4", progresando el final de carrera del primer satélite S1, la segunda antena 24 deja de transmitir y de recibir hacia el primer satélite S1 para unirse a la primera antena, y recibir desde y transmitir hacia el segundo satélite S2 en la quinta fase "fase n.º 5".

En la quinta fase, la primera y segunda antenas 22, 24 reciben desde y transmiten hacia el segundo satélite S2 según la segunda configuración de diversidad en recepción C2(2) de la segunda conmutación unitaria.

25 Este procedimiento se repite con cada nueva conmutación de enlace desde un primer satélite hacia un segundo satélite.

30 Según la figura 2 y un segundo modo de realización, una estación 50 terrestre de múltiples antenas de un sistema 52 satelital de telecomunicaciones que usa una constelación 54 de satélites itinerantes aquí comprende tres antenas 62, 64, 66 directivas y móviles, adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite 72 S1 de partida y un segundo satélite 74 S2 de destino, ambos en visibilidad durante dicho período.

La estación 50 terrestre de múltiples antenas según la invención está configurada para implementar una conmutación 82 de un enlace de comunicación desde el primer satélite 72 S1 de partida hacia el segundo satélite 74 S2 de destino.

35 La conmutación del enlace de comunicación 82 está constituida aquí por una sucesión de tres conmutaciones 84 B1, 86 B2, 88 B3 transparentes y unitarias de las antenas 62, 64, 66 seleccionadas a su vez, según una secuencia predeterminada, aquí B1, luego B2, luego B3.

40 La primera conmutación 84 B1 transparente y unitaria es la conmutación de la primera antena 62 desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(1) en la que la primera antena 62 seleccionada para la primera conmutación B1 se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1 hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(1) en la que la primera antena 62 seleccionada se apunta con seguimiento en el segundo satélite S2.

La primera conmutación B1 transparente y unitaria se descompone en primera, segunda, tercera fases, ejecutadas sucesivamente, designadas respectivamente por "fase n.º 1", "fase n.º 2", "fase n.º 3".

En la primera fase "fase n.º 1", la primera, segunda y tercera antenas 62, 64, 64 reciben desde y transmiten hacia el primer satélite S1 según la primera configuración de diversidad C1(1).

45 Durante la segunda fase "fase n.º 2", cuando el primer satélite S1 comienza a llegar al final de la carrera (es decir, tiene una elevación con respecto a la estación terrestre estrictamente inferior a 15° típicamente), la primera antena 62 deja de transmitir y de recibir hacia el primer satélite S1 para unirse al segundo satélite S2 en la tercera fase "fase n.º 3".

50 Durante la tercera fase "fase n.º 3", la primera antena 62 recibe y transmite hacia el segundo satélite S2 mientras que la segunda y tercera antenas 64, 66 reciben y transmiten hacia el primer satélite S1, según a la segunda configuración de diversidad en recepción C2 (1) de la primera conmutación transparente unitaria B1.

La segunda conmutación 86 B2 transparente y unitaria es la conmutación de la segunda antena 64 desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(2), idéntica a la segunda configuración de diversidad en

- recepción C2 (1) de la primera conmutación unitaria B1, en la que la segunda antena 64 seleccionada para la segunda conmutación unitaria B2 se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1 hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(2) de tres antenas en la que la primera antena 62 y la segunda antena 64 seleccionada están apuntadas con seguimiento hacia el segundo satélite S2 mientras que la tercera antena 66 queda apuntada con seguimiento hacia el primer satélite S1.
- La segunda conmutación 86 B2 transparente y unitaria se descompone en la tercera fase "fase n.º 3" y la cuarta y quinta fases, designadas respectivamente por "fase n.º 4", "fase n.º 5", la tercera, cuarta y quinta fases siendo ejecutadas sucesivamente.
- Durante la tercera fase "fase n.º 3", la primera antena 62 recibe y transmite hacia el segundo satélite S2 mientras que la segunda y tercera antenas 64, 66 reciben desde y transmiten hacia el primer satélite S1, según la primera configuración de diversidad en recepción C2(1) de la segunda conmutación unitaria B2.
- Durante la cuarta fase "fase n.º 4", progresando el final de carrera del primer satélite S1, la segunda antena 64 deja de transmitir y de recibir hacia el primer satélite S1 para unirse a la primera antena 62, y recibir desde y transmitir hacia el segundo satélite S2 en la quinta fase "fase n.º 5".
- En la quinta fase y según la segunda configuración de diversidad en recepción C2(2) con tres antenas de la segunda conmutación unitaria B2, la primera y segunda antenas 62, 64 reciben desde y transmiten hacia el segundo satélite S2 mientras que la tercera antena 66 recibe y transmite hacia el segundo satélite S2.
- La tercera conmutación 88 B3 transparente y unitaria es la conmutación de la tercera antena 66 desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(3), idéntica a la segunda configuración de diversidad en recepción C2(2) de la segunda conmutación unitaria B2, en la que la tercera antena 66 seleccionada para la tercera conmutación unitaria B3 se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1 hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(3) de tres antenas en la que la primera, la segunda y tercera antenas 62, 64, 66 están apuntadas con seguimiento hacia el segundo satélite S2.
- La tercera conmutación 88 B3 transparente y unitaria se descompone en la quinta fase "fase n.º 5" y las fases sexta y séptima, designadas respectivamente por "fase n.º 6", "fase n.º 7", la quinta, sexta y séptima fases ejecutándose sucesivamente.
- Durante la quinta fase "fase n.º 5" y, según la primera configuración de diversidad en recepción C1(3) de la tercera conmutación unitaria B3, la primera y segunda antenas 62, 64 reciben desde y transmiten hacia el segundo satélite S2 mientras que la tercera antena 66 recibe y transmite hacia el primer satélite S1.
- Durante la sexta fase "fase n.º 6", progresando el final de carrera del primer satélite S1 aún, la tercera antena 66 deja de transmitir y de recibir hacia el primer satélite S1 para unirse a la primera y segunda antenas 62, 64, y recibir desde y transmitir hacia el segundo satélite S2 en la séptima fase "fase n.º 7".
- En la séptima fase y según la segunda configuración de diversidad en recepción C2(3) con tres antenas de la tercera conmutación unitaria B3, la primera, la segunda y tercera antenas 62, 64, 66 reciben desde y transmiten hacia el segundo satélite S2.
- El interés de usar una estación terrestre que tiene aquí tres directivas de antenas móviles según la invención y la conmutación del enlace 82 de la figura 3 es garantizar una diversidad permanente de dos antenas, incluso en el caso donde los dos satélites S1, S2 envían la misma portadora. Siempre es posible combinar al menos dos antenas de la estación terrestre de forma permanente.
- De manera general, una estación terrestre de múltiples antenas de un sistema satelital de telecomunicaciones que usa una constelación de satélites itinerantes comprende un número entero P, superior o igual a dos, de antenas adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite S1 de origen y un segundo satélite S2 de destino, ambos en visibilidad durante dicho período.
- La estación terrestre de múltiples antenas según la invención está configurada para implementar una conmutación de un enlace de comunicación desde el primer satélite S1 de origen hacia el segundo satélite S2 de destino. La conmutación del enlace de comunicación está constituida por una sucesión de un número P, superior o igual a 2, de conmutaciones Bi (estando i comprendido entre 1 y P) transparentes y unitarias de antenas, seleccionadas según una secuencia predeterminada. Cada conmutación Bi transparente y unitaria de antena es la conmutación de una antena desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento en el primer satélite S1, hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el segundo satélite S2, la al menos una de las configuraciones primera y segunda C1 (i), C2(i) de diversidad en recepción una configuración en la que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2.
- De manera más particular, el número entero P de antenas de recepción, adecuadas para apuntar y para seguir cada



una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite S1 y un segundo satélite S2, y de canales del dispositivo de recepción y de procesamiento es superior o igual a tres, y preferentemente igual a tres. Las configuraciones primera y segunda C1(i), C2(i), de diversidad en recepción de cada conmutación transparente unitaria Bi son cada una configuraciones en las que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2. Durante cada unidad de conmutación transparente unitaria Bi y durante la conmutación del enlace de comunicación, una diversidad en recepción sobre al menos dos antenas se asegura permanentemente.

Según la figura 3 y un modo de realización preferente de la invención, una estación 102 terrestre de múltiples antenas comprende un número entero P, superior o igual a dos, de antenas 112 móviles directivas (antena n.º 1), 114 (antena n.º 2), 116 (antena n.º P), - un dispositivo 122 de recepción y de procesamiento multicanal, un dispositivo 124 de combinación de diversidad configurable y un dispositivo 126 de gestión de diversidad y de conmutación transparente de un enlace de comunicación de recepción desde un primer satélite S1 de partida hacia un segundo satélite S2 de destino.

Las P antenas 112, 114, 116 móviles directivas son adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite S1 de partida y un segundo satélite S2 de destino, ambos en visibilidad durante dicho período.

El dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal 122 consta de P terminales 132, 134, 136 de entrada, conectados respectivamente a P terminales de salida de las P antenas 112, 114, 116, para recibir en la entrada de dicho dispositivo y de procesamiento P señales de antena recibidas se1(t), se2(t), ..., seP(t) y suministradas en la salida de dichas antenas 112, 114, 116 de recepción.

El dispositivo 122 de recepción y de procesamiento multicanal consta de P terminales 142, 144, 146 de salida para entregar en paralelo P señales de salida procesadas en st1(t), st2(t), ..., stP(t), alineadas entre sí temporalmente y en fase, obtenidas respectivamente a partir de las P señales de antena recibidas se1(t), se2(t), ..., seP(t).

El dispositivo 122 de recepción y de procesamiento multicanal está configurado para:

- recibir, normalizar y filtrar sobre P canales distintas y separadas, numeradas por un índice entero j que varía de 1 a P, las P señales de antena recibidas se1(t), se2(t) seP(t), suministradas en la salida por las P antenas (112, 114, 116), en P señales normalizadas y filtradas, seguidamente
- estimar desviaciones temporales, desviaciones de fase y desviaciones de calidad entre una señal normalizada y filtrada de referencia, tomada de entre las P señales normalizadas y filtradas, y las P-1 señales normalizadas y filtradas restantes, y suministrar dichas desviaciones al dispositivo de gestión y de conmutación; después
- para cada canal, aplicar una compensación temporal y una compensación de fase a la señal normalizada filtrada, asociada con la canal, a partir de los comandos de alineación temporal y en fase correspondientes, elaboradas y enviadas por el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación.

El dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122) comprende, aquí, por ejemplo:

- una batería de P dispositivos de control automático de ganancia AGC 152, 154, 156, para normalizar las señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, y
- una batería de P filtros 162, 164, de paso de banda 166 para filtrar las señales normalizadas, aquí filtros SRRC (en inglés Square Root Raised Cosine, coseno elevado de raíz cuadrada).

El dispositivo 122 de recepción y de procesamiento multicanal aquí también comprende una batería de P-1 correlacionadores 172, 174 cruzados complejos para estimar desviaciones temporales, desviaciones de fase y desviaciones de calidad entre una señal normalizada y filtrada de referencia, tomada de entre las P señales normalizadas y filtradas, y las P-1 señales normalizadas y filtradas restantes.

La batería de los P-1 correlacionadores 172, 174 cruzados complejos está configurada para suministrar dichas desviaciones al dispositivo de gestión y de conmutación, buscando para cada correlacionador cruzado un pico de correlación que permita deducir la desviación temporal entre las señales comparadas, utilizando el argumento de la señal con correlación cruzada para determinar la desviación de fase entre las señales comparadas y utilizando el nivel de correlación entre las señales comparadas para determinar una indicación de diferencia de calidad.

El dispositivo 122 de recepción y de procesamiento multicanal también comprende una batería de P líneas 182, 184, 186 de retardo de tipo FIFO (en inglés First In First Out, primero dentro primero fuera) con desfase temporal programable, conectada aguas abajo a una batería de P multiplicadores 192, 194, 196 con compensación de fase programable, estando los multiplicadores 192, 194, 196 que permiten las compensaciones de fase conectados en la entrada al dispositivo 124 de combinación de diversidad.

El dispositivo (122) de recepción y de procesamiento multicanal está configurado para ajustar selectivamente la ganancia de cada una de los canales para poder atenuar selectivamente de manera progresiva el nivel de salida de la señal de la cadena de salida que se desea retirar de la combinación de diversidad.

El dispositivo 124 de combinación de diversidad configurable está conectado en la entrada al dispositivo de recepción

y de procesamiento multicanal 122, para combinar una parte o la totalidad de las señales procesadas de salida en función de una consigna de selección de las señales procesadas de salida procesadas a combinar, suministrada por el dispositivo 126 de gestión de diversidad y de conmutación.

5 El dispositivo 126 de gestión de diversidad y de conmutación transparente está configurado para gestionar y coordinar la ejecución de una conmutación del enlace de comunicación desde un primer satélite S1 de origen hacia un segundo satélite S2 de destino. La conmutación del enlace de comunicación está constituida por una sucesión de un número K, superior o igual a 2, de conmutaciones Bi transparentes y unitarias de antenas, seleccionadas según una secuencia predeterminada. Cada conmutación Bi transparente y unitaria de antena es una conmutación de una antena predeterminada desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento en el primer satélite S1, hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el segundo satélite S2, la al menos una de las configuraciones primera y segunda C1 (i), C2(i) de diversidad en recepción una configuración en la que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2.

15 El dispositivo 126 de gestión de diversidad y de conmutación transparente está configurado también para, durante cada conmutación transparente y unitaria Bi, controlar las antenas 112, 114, 116, el dispositivo 122 de recepción y de procesamiento multicanal, así como el dispositivo 124 de combinación de diversidad configurable determinando y enviándoles respectivamente:

- - comandos de apuntamiento de adquisición de los satélites, y
- - comandos de alineación temporal y en fase de las P señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal elaboradas en función de mediciones de desviaciones temporales y en fase de P-1 señales recibidas en la entrada con respecto a la señal recibida en la entrada tomada como señal de referencia, y
- - una consigna de selección de las señales procesadas de salida a combinar en función de la planificación de las conmutaciones transparentes unitarias Bi (variando i de 1 a K) que constituye la conmutación desde la primera configuración de diversidad C1(1) hacia la segunda configuración de diversidad C2(K) y en función de mediciones de calidades de las señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento.

25 El dispositivo 126 de gestión de diversidad y de conmutación transparente se configura al detectar una ausencia de señal sobre una cadena activa en la combinación para enviar un comando de retirada al dispositivo de combinación de diversidad.

30 El dispositivo 126 de gestión transparente de diversidad y de conmutación se configura durante una conmutación de antena desde el primer satélite al segundo satélite para controlar una rampa de ganancia decreciente sobre la cadena a retirar por el dispositivo de combinación de diversidad, y cuando la calidad diferencial ha caído por debajo de un umbral predeterminado, controlar el dispositivo de combinación de diversidad para retirar dicha cadena.

La estación 102 terrestre de múltiples antenas según la invención puede constar de un demodulador único, no representado en la figura 3, conectado en la salida del dispositivo 124 de combinación de diversidad.

35 La estación 102 terrestre de múltiples antenas según la invención puede constar de manera opcional de un dispositivo de implementación de un bucle de control de modulación adaptativa ACM (del inglés Adaptive Control Modulation).

Cuando la estación 102 terrestre de múltiples antenas según la invención consta de un dispositivo de implementación de un bucle de control de modulación adaptativa ACM, la dinámica de la rampa de ganancia decreciente se coordina con las características dinámicas del bucle de control de modulación adaptativa ACM.

40 Cuando la estación 102 terrestre según la invención está en funcionamiento, las señales de entrada  $se_1(t)$ ,  $se_2(t)$ , ...,  $se_P(t)$ , recibidas de las antenas 112, 114, 116 a través de posibles cadenas Rx de recepción de RF que pueden amplificar y/o transponer frecuencia y/o digitalizar, primero se normalizan gracias a una AGC sobre cada canal, y luego se filtran por los filtros 162, 164, 166 para aislar la señal de interés a sumar sobre cada una de los canales.

45 Las señales normalizadas  $sn_1(t)$ ,  $sn_2(t)$ , ...,  $sn_P(t)$  viene entonces a alimentar la batería de P-1 correlacionadores cruzados complejos que permite que ambos al buscar los picos de correlación deduzcan la diferencia temporal entre las señales y a través del argumento de las señales de correlación cruzada medir la desviación de fase entre las señales.

La señal  $se_1(t)$  suministrada en la entrada 132 del primera canal (canal n.º 1) se toma aquí como la señal de referencia.

50 Para limitar la frecuencia de funcionamiento de cada correlacionador 172, 174 cruzado, cada señal de entrada de dichos correlacionadores cruzados puede pasarse de manera opcional a través de un bucle 202, 204, 206 de recuperación fraccional de reloj para los retrasos fraccionales inferiores a la duración de una muestra digital basada en un algoritmo de recuperación de ritmo (en inglés Non Data-Aided, no asistida por datos) no asistida por datos, por ejemplo, tipo Gardner.

55 Estas mediciones de desviación temporal y de fase controlarán las líneas 182, 184, 186 de retardo FIFO con desfase temporal configurable y los multiplicadores 192, 194, 196 para aplicar las compensaciones necesarias para las señales

antes de operar finalmente su suma.

La indicación de calidad de recepción permite al dispositivo 126 de gestión de diversidad y de conmutación, cuando detecta una desviación de dicha calidad entre las dos señales, reducir la contribución de la señal más ruidosa para problemas de calidad de balance de conexión.

- 5 Lo que se busca no es una indicación absoluta de la calidad de la señal, sino más bien una indicación de la diferencia de calidad. Desde este punto de vista, el nivel de correlación entre las señales constituye un perfecto estimador, especialmente porque no requiere conocimiento previo de la señal.

10 Durante una decisión de conmutación de enlace o handover (en inglés) entre un primer satélite S1 y un segundo satélite S2 que puede intervenir y proceder de un órgano del sistema satelital, diferente de la estación terrestre, o de la estación terrestre en sí, basándose, por ejemplo, en la superación de un umbral de elevación mínima, la adición de una antena por el dispositivo de combinación 124 de diversidad configurable no se interrumpe abruptamente, sino que se aplica una rampa de disminución de ganancia progresiva en la amplitud de la señal que proviene de la antena que se va a retirar para limitar la interrupción de un posible bucle ACM usado en la transmisión. Esta rampa suele ser del orden de unas pocas décimas de dB por tiempo de ida y vuelta RTT (en inglés Round Time Trip). Por ejemplo, en un satélite MEO y un RTT típico de 60 ms, este procedimiento tarda menos de un segundo.

15 Simétricamente al agregar una nueva señal y, por lo tanto, una nueva antena en recepción, esta adición de señal debe realizarse progresivamente para evitar una gran desviación de nivel en la entrada del dispositivo de control de ganancia AGC del canal correspondiente del dispositivo de recepción y de procesamiento 122 que al saturar el dispositivo AGC del demodulador dispuesto aguas abajo del dispositivo de combinación 124 podría producir una pérdida de señal momentánea que induce una pérdida de tráfico.

20 Según la figura 4, se ilustra un procedimiento típico 252 de gestión de una conmutación transparente unitaria de una antena desde un primer satélite S1 de partida hacia un segundo satélite S2 de destino.

25 Cuando se detecta una ausencia de señal de recepción en una antena en una primera etapa 254 debido a que la correlación ya no funciona con un nivel satisfactorio, el canal asociado en cuestión se retira inmediatamente en una segunda etapa 256 de la adición efectuada por el dispositivo de combinación 124 para evitar que dicho canal ruidoso proporcione ruido adicional.

30 Tras una solicitud de una conmutación transparente unitaria de una antena en modo recepción desde un primer satélite S1 hacia un segundo satélite S2, la ejecución de esta conmutación se activa en una tercera etapa 258, y en una cuarta etapa 260 se aplica una rampa de ganancia decreciente sobre la cadena a retirar. En una quinta etapa 262, la calidad diferencial asociada con dicha cadena a retirar se compara con un valor umbral predeterminado, aquí se supone que es igual a 5 dB y que en la práctica se materializa por un umbral mínimo del nivel de correlación,

Mientras la diferencia de calidad no exceda el valor umbral, la disminución lineal de ganancia por paso de ganancia continúa aplicándose a la repetición de las etapas cuarta y quinta 260, 262.

35 Cuando la diferencia de calidad supera los 5 dB, la cadena a retirar se retira completamente de la suma final en la segunda etapa 256.

40 La antena asociada con la cadena retirada se puede reposicionar libremente para adquirir un nuevo satélite realizando un apuntamiento de la antena en una sexta etapa 264 y un bucle de readquisición de la portadora 266 (séptima etapa 268 y octava etapa 270). Cuando la adquisición de la portadora, materializada por un nivel suficiente de correlación, se alcanza, después de una novena etapa 272, el canal conectado a la antena y a su cadena de recepción RF se incluye nuevamente en el procedimiento de suma final del dispositivo de combinación de diversidad.

Según la figura 5, una estación terrestre 302 según la invención, derivada de la estación terrestre 102 descrita en la figura 3, comprende además al menos dos canales de transmisión 304, 306, apropiados para combinarse y al menos dos antenas directivas móviles 314, 316, aptas para funcionar en modo de transmisión y para apuntar con seguimiento hacia un mismo satélite 320.

45 La figura 5 ilustra las contribuciones respectivas 322, 324, proporcionadas por los equipos de transmisión 328 de la estación terrestre 302 en cada una de los canales 304, 306, y por los trayectos geométricos diferenciados entre las antenas 314, 316, funcionando en modo de transmisión de la estación terrestre 302 y el satélite común 320 apuntado a los desfases temporales y en fase desde las entradas de los canales 304, 306, hasta apuntar al satélite común 320.

50 De manera general, tanto para las cadenas de recepción como de transmisión, en sus componentes RF y digitales, conviene separar las contribuciones en dos partes:

- una primera parte en lo referente a la contribución interna al terminal que proviene de la fase de inicio aleatorio de los osciladores locales OL, así como los retrasos inducidos en particular por la longitud de los cables,
- una segunda parte en lo referente a la contribución de la distancia entre las antenas y el satélite.

Según la figura 6 y una arquitectura modular general de la estación terrestre de múltiples antenas 302, se ilustran los

dispositivos más específicos del modo de transmisión de la estación y su disposición.

Estos dispositivos están configurados para permitir que la estación terrestre transmita N portadoras a la misma frecuencia que transporta una misma señal de comunicación, a través de N antenas que funcionan en modo de transmisión y apuntan hacia el mismo satélite, y una recepción por el satélite de N portadoras agregadas de manera coherente.

5 Según la figura 6, la estación terrestre de múltiples antenas 302 comprende un dispositivo de suministro 354 de una misma señal fuente, un dispositivo 356 de transmisión y de procesamiento para generar en N canales un frente de onda con destino a un mismo satélite 320, y un dispositivo de gestión de diversidad de transmisión 358.

10 El dispositivo de suministro 354 de una misma señal fuente a transmitir está configurado para suministrar la señal fuente compartida en un número entero N, inferior o igual a P, de terminales de suministro 362<sub>1</sub>, 362<sub>2</sub>,..., 362<sub>N</sub>.

El dispositivo 356 de transmisión y de procesamiento, configurado para generar en N canales de transmisión un frente de onda con destino al satélite 320, apuntado y en modo de recepción, tomado de entre el primer satélite S1 y el segundo satélite S2, se conecta en la entrada a los N terminales de suministro 362<sub>1</sub>, 362<sub>2</sub>,..., 362<sub>N</sub> del dispositivo de suministro 354.

15 El dispositivo 356 de transmisión y de procesamiento consta de N terminales de salida de transmisión 372<sub>1</sub>, 372<sub>2</sub>,..., 372<sub>N</sub> conectados a N antenas de entre las P antenas de transmisión, para entregar en paralelo N señales procesadas de salida, desfasadas entre sí temporalmente y en fase de modo que los frentes de ondas de cada antena se agreguen en recepción del satélite común 320.

20 El dispositivo 358 de gestión de diversidad de transmisión está configurado para controlar el dispositivo 356 de transmisión y de procesamiento multicanal, determinando y enviándole comandos de desfase temporal y en fase de las N señales transmitidas en la salida del dispositivo de tratamiento y de procesamiento multicanal.

25 Los comandos de desfase temporal y en fase de las N señales transmitidas en la salida del dispositivo de tratamiento y de procesamiento multicanal se elaboran en función de mediciones de calibración de las cadenas de transmisión, de estimaciones de las contribuciones internas al terminal en recepción y de las contribuciones relacionadas con la diferencia de distancia entre los canales de transmisión.

30 De este modo, las N canales de transmisión diferenciadas se crean a partir de una misma señal, insertando un retraso diferente en cada salida, así como una corrección en fase y en amplitud, lo que hace posible generar un frente de onda con destino al satélite común, destinatario en modo de transmisión, siendo el frente de onda compuesto por los frentes de ondas de cada antena que se han agregado constructivamente al punto de recepción de antena del satélite común.

Según la figura 7, la estación terrestre de múltiples antenas 302 de las figuras 5 y 6 comprende una cadena 392 de calibración retroactiva de las cadenas RF de transmisión Tx 394<sub>1</sub>, 394<sub>2</sub>,..., 394<sub>N</sub>

35 La cadena 392 de calibración retroactiva de las cadenas RF de transmisión está conectada a los puertos de entrada 396<sub>1</sub>, 396<sub>2</sub>,..., 396<sub>N</sub> de las N antenas en modo de transmisión a través de N acopladores de toma de muestra 398<sub>1</sub>, 398<sub>2</sub>,..., 398<sub>N</sub>, de cables 402<sub>1</sub>, 402<sub>2</sub>,..., 402<sub>N</sub> de conexión y de un interruptor 404 N:1 de selección de cadena RF de transmisión.

40 Los acopladores de toma de muestra 398<sub>1</sub>, 398<sub>2</sub>,..., 398<sub>N</sub>, los cables de conexión 402<sub>1</sub>, 402<sub>2</sub>,..., 402<sub>N</sub> y el interruptor 404 N:1 están calibrados para permitir que un estimador 408 de las contribuciones internas de las cadenas RF de transmisión determine las contribuciones internas de las cadenas de transmisión de la estación terrestre en términos de desviaciones diferenciales temporales y en fase. Estas estimaciones se realizan a partir de las mediciones de calibración de las cadenas RF de transmisión retornadas por la cadena 392 de calibración retroactiva.

La cadena 392 de calibración retroactiva permite medir la desviación de fase y el retardo diferencial entre dos cadenas RF de transmisión seleccionadas mediante una secuencia de comandos idóneos enviadas por el estimador 408 al interruptor 404.

45 Las contribuciones internas a la estación terrestre 302 en transmisión en términos de desviaciones en fase y temporales, designados respectivamente por  $\Delta\phi_{TX\_ter}$  y  $\Delta t_{TX\_ter}$ , se estiman así usando la cadena 392 de calibración retroactiva. Estos dos valores se deducen enviando una señal de referencia en cada cadena RF de transmisión 394<sub>1</sub>, 394<sub>2</sub>,..., 394<sub>N</sub> y una estimación del desfase y del retardo, usando la estimación, por ejemplo, el mismo tipo de dispositivo de estimación que el preferido a base de correlacionador para el modo de recepción de las antenas.

50 Por lo tanto, las diferencias en fase de los osciladores locales OL de las cadenas de transmisión de RF pueden tenerse en cuenta para determinar las desviaciones de la consigna de los canales de transmisión con el fin de obtener una agregación coherente al nivel del satélite receptor de los frentes de ondas transmitidos por antenas en modo de transmisión.

Cabe señalar que esta cadena de calibración retroactiva 392 se puede reutilizar ventajosamente para una función

adaptativa de distorsión previa de las unidades BUC (convertidor de bloque ascendente) para la amplificación y conversión de frecuencia de las cadenas de transmisión de RF en la medición donde esta cadena 392 hace posible muestrear la señal en la salida de la cadena de amplificación.

5 Con respecto a la estimación de la contribución resultante de las diferencias en las distancias entre las antenas y el puntero de satélite común receptor, las antenas 314, 316, se supone que el funcionamiento en modo de transmisión hacia dicho satélite común funciona también en modo de recepción frente al mismo satélite común.

10 Para esta estimación de la segunda parte de las contribuciones, las mediciones de fase de las cadenas de recepción Rx no pueden reanudarse como tales. En efecto, dos cadenas de recepción de RF, tomadas de entre el conjunto de cadenas de RF de recepción Rx, ser independiente, incluso si estas dos cadenas de RF Rx tienen la misma referencia de reloj, la fase absoluta no se puede dominar. Por lo tanto, es necesario comenzar desde la diferencia de trayecto dado por el desfase temporal de las señales recibidas por las antenas. La parte de la fase es, en cuanto a ella, ambos afectados por la diferencia de fase relativa entre los osciladores locales OL de las dos cadenas de RF y por la diferencia de los trayectos de frente de onda, es decir, la diferencia de los dos trayectos recibidos correspondientes.

15 Las contribuciones internas de la estación terrestre en recepción y en términos de desviaciones de fase y temporales se designan respectivamente por  $\Delta\varphi_{R\_Xter}$  y  $\Delta t_{RX\_ter}$  y las contribuciones relacionadas con la diferencia en distancias entre las dos antenas y el satélite en el canal descendente son respectivamente designado por  $\Delta\varphi_{sat-ter}$  y  $\Delta t_{sat-ter}$ , una primera relación

$$\Delta\varphi_{RX\_ter} = \Delta t_{RX\_ter} \cdot C + \Delta\varphi_{RX\_LOs}$$

20 se satisface en la que  $\Delta\varphi_{RX\_LOs}$  denota la diferencia de fases iniciales entre los osciladores locales OL de las dos cadenas de recepción y c denota la celeridad de la luz en el vacío.

Para estimar la desviación temporal  $\Delta t_{RX\_ter}$ , un procedimiento es, por ejemplo, usar unidades de amplificación de bajo ruido LNB (bloques de bajo ruido) lo más cerca posible o calibradas, así como longitudes de cable calibradas.

Cabe señalar que en el caso en que la cadena de adquisición en recepción está integrada en la unidad de amplificación de bajo ruido LNB y la señal se digitaliza, no hay contribución del cable.

25 Las mediciones de desviación de tiempo realizadas en la recepción están designadas por  $\Delta t_{RX\_mes}$  y las contribuciones relacionadas con la diferencia de distancia entre las antenas y el satélite en el canal de retorno de las antenas en términos de desviaciones de fase y temporales, siendo respectivamente designadas por  $\Delta\varphi_{ter-sat}$  y  $\Delta t_{ter-sat}$ , sirviendo las estimaciones de fase y de tiempo como compensación para el trayecto desde la antena hacia el satélite en la transmisión que pueden estimarse según la expresión:

30 
$$\Delta t_{ter-sat} = \Delta t_{RX\_ter} - \Delta t_{RX\_mes} \text{ y } \Delta\varphi_{ter-sat} = \Delta t_{ter-sat} \cdot c$$

35 En este enfoque, se sirve de la medición en el pasado de la diferencia temporal para predecir la de la transmisión. Si se busca mejorar la calidad de estas predicciones, se puede usar un enfoque de tipo autorregresivo, estando este enfoque basado, por ejemplo, en un algoritmo GARCH (en inglés Generalized AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity, heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada), deslizante, o en un filtrado de Kalman o, incluso, en efemérides.

La compensación en la transmisión de forma simplificada se calcula entonces de la siguiente manera:  $\Delta t_{TX\_comp} = -\Delta t_{RX\_ter} - \Delta t_{ter-sat}$  y  $\Delta\varphi_{TX\_comp} = -\Delta\varphi_{RX\_ter} - \Delta\varphi_{ter-sat}$

40 Según la figura 8, el dispositivo 356 multicanal de transmisión y de procesamiento y el dispositivo 358 de gestión de diversidad de transmisión se disponen y se configuran para implementar una compensación 452 de bucle cerrado de las desviaciones temporales y en fases de los N canales de transmisión de una configuración de diversidad de transmisión. Aquí, en la figura 8 en aras de la simplificación de la ilustración, se suministra un esquema limitado a dos canales de transmisión y dos antenas 314, 316. Este esquema se puede extender fácilmente a un número N de antenas y de canales de transmisión superior o igual a 3.

45 Las N antenas usadas en diversidad de transmisión sobre el satélite 320 apuntado, aquí las dos antenas 314, 316, son al mismo tiempo antenas en diversidad de recepción que apuntan sobre el mismo satélite 320, y envían N señales idénticas, aquí dos señales en la figura 8, desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite apuntado.

El dispositivo 358 de gestión de diversidad de transmisión recibe una medición de calidad de la agregación de las portadoras transmitidas por las N antenas 314, 316 en modo de transmisión.

50 Esta medición de calidad de la agregación de las portadoras se ha llevado a cabo y determinado previamente en términos de diferencias temporales y de fase por un receptor 462 de una estación 464 terrestre externa remota y retransmitida a la estación 302 terrestre de transmisión a través de un canal 466 transmisión de canal de retorno terrestre. La estación 302 terrestre de transmisión corrige a través del dispositivo 358 de gestión de diversidad en

transmisión las consignas de desfase temporal y de fase, suministradas al dispositivo 356 multicanal de transmisión y de procesamiento, a partir de las diferencias temporales y de fase medidas por la estación 464 terrestre externa.

5 En una variante, el sistema satelital es bidireccional y consta de un enlace de retorno por el mismo satélite apuntado. En ese caso, medición de la calidad de la agregación de las portadoras, determinada previamente en términos de diferencias temporales y de fase por el receptor de la estación terrestre externa remota, se retransmite a través del canal simétrico del canal de retorno del satélite apuntado.

Esta configuración de compensación de bucle cerrado permite que la calidad de la compensación sea probada y posiblemente corregida mediante la aplicación de una o varias correcciones para garantizar permanentemente un nivel de calidad requerido.

10 Según la figura 8 y un primer modo de realización, las N señales idénticas, aquí las dos señales 454, 456, desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite apuntado, son señales de una secuencia idéntica de referencia, pero con frecuencias diferentes, y las señales diferenciales del receptor 462 de la estación 464 terrestre externa se determinan por correlación.

15 El receptor 462 externo de la estación 464 terrestre externa recibe, aquí las dos señales en diferentes frecuencias portadoras. Efectuando una correlación entre estas dos señales, el receptor 464 externo puede determinar una diferencia en términos de tiempo de llegada y desviación de fase, y luego suministrarla a la estación 302 terrestre en modo de transmisión a través del canal 466 de retorno de retroacción del bucle 452 de compensación.

20 El dispositivo 358 de gestión de diversidad en transmisión de la estación terrestre según la invención está configurado para comparar este resultado con las consignas de desfase usadas para deducir de la comparación una corrección a aportar en las consignas de desfases futuras.

Como variante y según un segundo modo de realización, las N señales idénticas, desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite apuntado, son señales obtenidas a partir de réplicas de una misma señal de tráfico, y las señales diferenciales del receptor de la estación terrestre externa se determinan por correlación de la señal recibida retransmitida por el satélite.

25 Este segundo procedimiento cumple el mismo objetivo que el primer procedimiento de la figura 8, sin requerir una desconexión de la agregación de las portadoras transmitidas en modo tráfico para efectuar la medición o las mediciones requeridas por el bucle de compensación.

30 Si la medición de autocorrelación de la señal recibida se lleva a cabo como resultado del agregado de las señales procedentes de las diferentes antenas, la falta de compensación en tiempo y en fase provoca una disminución en el pico de correlación y la aparición de picos secundarios.

Esta desviación de pico corresponde al doble del retardo entre las señales y la fase de la señal de autocorrelación indica la desviación de fase entre las señales comparadas.

35 El sistema y el procedimiento de calibración dinámica están diseñados para activarse y para funcionar a placer de manera permanente, de manera repetida periódicamente o aperiódicamente, o a petición a través del envío de telecomandos desde tierra, por ejemplo.

40 De manera ventajosa, la estación terrestre de múltiples antenas según la invención permite agregar de manera coherente varias réplicas recibidas de una misma señal, realizándose un descuento en coherencia de las réplicas a partir de la operación de mediciones de desviaciones temporales y en fase entre canales. Las mediciones de las desviaciones temporales y en fase entre canales se realizan preferentemente por correlacionadores cruzados. La agregación coherente de dos portadoras permite alcanzar hasta 3 dB en la relación señal a ruido y, de manera general, la agregación coherente de N portadoras recibidas permite alcanzar  $10 \cdot \log(N)$  dB de mejora de la relación de señal a ruido.

45 De manera ventajosa, la arquitectura y la configuración de la estación terrestre según la invención permiten una gestión integrada armoniosa de una conmutación de enlace entre satélites y un mecanismo de control ACM mediante un corte progresivo de una portadora asociada a una antena durante su retirada de un satélite durante la conmutación y la capacidad de alinear portadoras de un mismo satélite y/o de dos satélites diferentes.

50 De manera ventajosa, la estación terrestre de múltiples antenas según la invención permite la coherencia de un frente de onda en la transmisión para la recepción por un mismo satélite de varias réplicas del mismo satélite. La agregación coherente de dos portadoras transmitidas permite alcanzar hasta 6 dB de ganancia de potencia radiada transmitida en la ubicación del satélite y, de manera general, la agregación coherente de N portadoras transmitidas permite alcanzar  $20 \cdot \log(N)$  dB de ganancia de potencia radiada transmitida en la ubicación del satélite.

La invención permite la adición coherente de varias réplicas de una misma señal, provenga o no del mismo satélite, ya sea o no en la misma frecuencia/polarización gracias a la realineación en fase/frecuencia y tiempo de las diferentes réplicas basándose en una banda de correlacionadores cruzados.

La medición de la diferencia de trayecto en la recepción, asociada al conocimiento de las efemérides de los satélites se usa para generar una predicción del desfase de fase y el tiempo a aplicar a la transmisión para transmitir un frente de onda coherente entre las antenas.

- 5 La invención también permite la gestión de la conmutación gracias a las mediciones de calidad de señal suministradas por los correlacionadores cruzados e información de efemérides. El uso de un procedimiento de ruptura del enlace antes de la implementación de la transferencia permite evitar los bucles adaptativos (ACM) tanto en la transmisión como en la recepción.

**REIVINDICACIONES**

1. Estación (14) terrestre de múltiples antenas de un sistema satelital de telecomunicaciones que usa una constelación de satélites itinerantes (32, 34; 72, 74), comprendiendo la estación terrestre:

- 5        - un número entero P, superior o igual a dos, de antenas (22, 24; 62, 64, 66; 112, 114, 116) adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite (32, 34; 72, 74) tomado de entre un primer satélite (32; 72) S1 de origen y un segundo satélite (34; 74) S2 de destino, ambos en visibilidad durante dicho período,
- 10       - un dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122), de P terminales de entrada (132, 134, 136), conectados respectivamente a P terminales de salida de las P antenas (112, 114, 116), para recibir en la entrada de dicho dispositivo y de procesamiento P señales de antena recibidas y suministradas en la salida de dichas antenas de recepción, y con P terminales de salida (142, 144, 146) para entregar en paralelo P señales procesadas de salida, alineadas entre sí temporalmente y en fase, obtenidas respectivamente a partir de las P P señales de antena recibidas, y
- 15       - un dispositivo (124) de combinación de diversidad configurable, conectado en la entrada al dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122), para combinar una parte o la totalidad de las señales procesadas de salida en función de una consigna de selección de las señales procesadas de salida y procesadas a combinar, y
- 20       - un dispositivo (126) de gestión de diversidad y de conmutación transparente de un enlace de comunicación de recepción desde el primer satélite S1 de origen hacia el segundo satélite S2 de destino,

estando la estación terrestre **caracterizada porque**

el dispositivo (126) de gestión de diversidad y de conmutación transparente está configurado para:

- 25       - gestionar y coordinar la ejecución de una conmutación del enlace de comunicación desde el primer satélite (32; 72) S1 de origen hacia el segundo satélite (34; 74) S2 de destino, estando dicha conmutación del enlace de comunicación constituida por una sucesión de un número k, superior o igual a 2, de conmutaciones Bi transparentes y unitarias de antenas, seleccionadas según una secuencia predeterminada, siendo cada conmutación (44, 46; 84, 86, 88) Bi transparente y unitaria de antena una conmutación de una antena (22, 24; 62, 64, 66) desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1, hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el segundo satélite S2, siendo al menos una de las configuraciones primera y segunda C1(i), C2(i) de diversidad en recepción una configuración en la que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2, y
- 30       - durante cada conmutación (32, 34; 84, 86, 88) transparente y unitaria Bi, controlar las antenas (22, 24; 62, 64, 66), el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, así como el dispositivo de combinación de diversidad configurable determinando y enviándoles respectivamente:
  - 35           \* comandos de apuntamiento de adquisición de los satélites, y
  - \* comandos de alineación temporal y en fase de las P señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal elaboradas en función de mediciones de desviaciones temporales y en fase de P-1 señales recibidas en la entrada con respecto a la señal recibida en la entrada tomada como señal de referencia, y
  - 40           \* una consigna de selección de las señales procesadas de salida a combinar en función de la planificación de la conmutación de la primera configuración de diversidad C1(i) hacia la segunda configuración de diversidad C2(i) y en función de mediciones de calidades de las señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento.

45       2. Estación terrestre de múltiples antenas según la reivindicación 1, en la que

- 50       - el número entero P de antenas (22, 24; 62, 64, 66; 112, 114, 116) de recepción, adecuadas para apuntar y para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite tomado de entre un primer satélite S1 (32; 72) y un segundo satélite S2 (34; 74), y de vías del dispositivo de recepción y de procesamiento (122) es superior o igual a tres, y preferentemente igual a tres, y
- 55       - las configuraciones primera y segunda C1(i), C2(i) de diversidad en recepción de cada conmutación transparente unitaria Bi son cada una configuraciones en las que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2 (32, 34; 72, 74), y
- durante cada conmutación transparente unitaria Bi y durante la conmutación del enlace de comunicación, una diversidad en recepción sobre al menos dos antenas (22, 24; 62,64, 66; 112, 114, 116) se asegura permanentemente.

3. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que

- el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122) está configurado para:
  - \* recibir, normalizar y filtrar sobre P vías distintas y separadas, las P señales de antena recibidas suministradas



- en la salida por las P antenas (112, 114, 116), en P señales normalizadas y filtradas, seguidamente
- \*• estimar desviaciones temporales, desviaciones de fase y desviaciones de calidad entre una señal normalizada y filtrada de referencia, tomada de entre las P señales normalizadas y filtradas, y las P-1 señales normalizadas y filtradas restantes, y suministrar dichas desviaciones al dispositivo de gestión y de conmutación; después
  - \*• para cada vía, aplicar una compensación temporal y una compensación de fase a la señal filtrada asociada con la vía a partir de los comandos de alineación temporal y en fase correspondientes, elaboradas y enviadas por el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación.
- 5
4. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122) comprende, además:
- una batería de P dispositivos de control automático de ganancia AGC (152, 154, 146) para normalizar las señales recibidas en la entrada del dispositivo (122) de recepción y de procesamiento multicanal, y
  - una batería de P filtros (162, 164, 166) de paso de banda para filtrar las señales normalizadas, por ejemplo, filtros SRRC.
- 10
5. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122) comprende, además:
- una batería de P-1 correlacionadores (172, 174) cruzados complejos para estimar desviaciones temporales, desviaciones de fase y desviaciones de calidad entre una señal normalizada y filtrada de referencia, tomada de entre las P señales normalizadas y filtradas, y las P-1 señales normalizadas y filtradas restantes, y suministrar dichas desviaciones al dispositivo de gestión y de conmutación, buscando para cada correlacionador cruzado (172, 174) un pico de correlación que permita deducir la desviación temporal entre las señales comparadas, utilizando el argumento de la señal con correlación cruzada para determinar la desviación de fase entre las señales comparadas y utilizando el nivel de correlación entre las señales comparadas para determinar una indicación de diferencia de calidad.
- 15
6. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122) comprende, además:
- una batería de P líneas (182, 184, 186) de retardo FIFO con desfase temporal programable, conectada aguas abajo a una batería de multiplicadores (192, 194, 196) con compensación de fase programable, estando los multiplicadores (192, 194, 196) que permiten las compensaciones de fase conectados en la entrada al dispositivo (124) de combinación de diversidad.
- 20
7. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el dispositivo (122) de recepción y de procesamiento multicanal está configurado para ajustar selectivamente la ganancia de cada una de las vías para poder atenuar progresivamente el nivel de salida de la señal de salida de una búsqueda de una cadena de salida que se desea retirar de la combinación de diversidad, y el dispositivo (126) de gestión de diversidad y de conmutación se configura en el momento de una conmutación de antena del primer satélite (32; 72) al segundo satélite (34; 74); para:
- controlar una rampa de ganancia decreciente sobre la cadena a retirar por el dispositivo de combinación de diversidad, y cuando la calidad diferencial haya excedido un umbral predeterminado, controlar al dispositivo (124) de combinación de diversidad que retire dicha cadena.
- 25
8. Estación terrestre de múltiples antenas según la reivindicación 7, que comprende un demodulador conectado en la salida del dispositivo de combinación de diversidad y un dispositivo de implementación de un bucle de control de modulación adaptativa ACM, y en la que la dinámica de la rampa de ganancia decreciente se coordina con las características dinámicas del bucle de control de modulación adaptativa ACM.
- 30
9. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo (122) de recepción y de procesamiento multicanal está configurado para ajustar selectivamente la ganancia de cada una de las vías para poder aumentar progresivamente el nivel de salida de la señal de salida de una cadena de salida que se desea agregar en la combinación de diversidad, y el dispositivo (126) de gestión de diversidad y de conmutación está configurado para, en el momento de una conmutación unitaria de antena del primer satélite (32; 72) al segundo satélite (34; 74) y de la fase de vinculación de la antena al satélite de destino, controlar una rampa de ganancia progresiva sobre la cadena a agregar por el dispositivo de combinación de diversidad.
- 35
10. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el dispositivo (126) de gestión de diversidad y de conmutación se configura al detectar una ausencia de señal sobre una cadena activa en la combinación para enviar un comando de retirada al dispositivo (124) de combinación de diversidad.
- 40
11. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende
- un dispositivo (354) de suministro de una misma señal fuente a transmitir en un número entero N, inferior o igual
- 45
- 50
- 55

a P, de terminales (362<sub>1</sub>, 362<sub>2</sub>, 362<sub>N</sub>) de suministro, y

- un dispositivo (356) de transmisión y de procesamiento para generar sobre N vías un frente de onda con destino a un satélite, tomado de entre el primer satélite S1 (32; 72) y el segundo satélite S2 (34; 74), conectado en la entrada a los N terminales de suministro, y teniendo N terminales de salida de transmisión conectados a N antenas de entre las P antenas de transmisión o igual a P, para entregar en paralelo N señales procesadas de salida, desfasadas entre sí temporalmente y en fase de modo que los frentes de ondas de cada antena se agreguen en recepción del satélite, y

- un dispositivo (358) de gestión de diversidad de transmisión configurado para controlar el dispositivo (356) de transmisión y de procesamiento multicanal determinando y enviándole comandos de desfase temporal y en fase de las N señales transmitidas en la salida del dispositivo (356) de transmisión y de procesamiento multicanal elaboradas en función de mediciones de calibración de las cadenas de transmisión, de estimaciones de las contribuciones internas al terminal en recepción y de las contribuciones relacionadas con la diferencia de distancia entre las vías de transmisión.

12. Estación terrestre de múltiples antenas según la reivindicación 11, que comprende una cadena (392) de calibración retroactiva de las cadenas (394<sub>1</sub>, 394<sub>2</sub>, 394<sub>N</sub>) de transmisión conectadas a los puertos (396<sub>1</sub>, 396<sub>2</sub>, 396<sub>N</sub>) de entrada de las N antenas en modo de transmisión a través de acopladores (398<sub>1</sub>, 398<sub>2</sub>, 398<sub>N</sub>) de toma de muestra, de cables (402<sub>1</sub>, 402<sub>2</sub>, 402<sub>N</sub>) de conexión y de un interruptor (404) N:1 de selección de cadena, calibrados para las contribuciones internas de cadenas de transmisión de la estación en términos de desviaciones diferenciales temporales y en fase.

13. Estación terrestre de múltiples antenas según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12, en la que el dispositivo (356) multicanal de transmisión y de procesamiento y el dispositivo (358) de gestión de diversidad de transmisión se disponen y se configuran para implementar una compensación (452) de bucle cerrado de las desviaciones temporales y en fases de las N vías de transmisión de una configuración de diversidad de transmisión en la que

las N antenas (454, 456) usadas en diversidad de transmisión sobre el satélite (320) apuntado son al mismo tiempo antenas de diversidad de recepción que apuntan sobre el mismo satélite (320), y envían N señales idénticas desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite (320) apuntado, y el dispositivo (358) de gestión de diversidad de transmisión recibe una medición de calidad de la agregación de las portadoras transmitidas por las N antenas en modo, habiendo sido determinada la medición de calidad de la agregación de las portadoras en términos de diferencias temporal y de fase por un receptor (462) de una estación (464) terrestre externa remota y retransmitida mediante un canal (466) de transmisión de vía de retorno terrestre o mediante un canal (320) simétrico de vía de retorno del satélite apuntado, y corrige las consignas de desfase temporal y de fase, suministradas al dispositivo (356) multicanal de transmisión y de procesamiento, a partir de las diferencias temporales y de fase medidas por la estación (464) terrestre externa.

14. Estación terrestre de múltiples antenas según la reivindicación 13, en la que

- las N señales idénticas, desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite (320) apuntado, son señales de una secuencia idéntica de referencia, y las señales diferenciales del receptor (462) de la estación (464) terrestre externa se determinan por correlación, o

- las N señales idénticas, desfasadas entre sí temporalmente y en fase para generar un frente de onda coherente al nivel del satélite apuntado, son señales obtenidas a partir de réplicas de una misma señal de tráfico, y las señales diferenciales del receptor de la estación terrestre externa se determinan por correlación de la señal recibida retransmitida por el satélite (320).

15. Procedimiento de conmutación transparente de un enlace de comunicación en un modo de recepción o un modo dual de recepción/transmisión desde un primer satélite S1 de origen hacia un segundo satélite S2 de destino, siendo el procedimiento de conmutación implementado por una estación terrestre que comprende:

- un número entero P, superior o igual a dos, de antenas (22, 24; 62, 64, 66; 112, 114, 116) adecuadas en recepción para seguir cada una, durante un mismo período de tiempo predeterminado, un satélite (32, 34; 72, 74) tomado de entre un primer satélite S1 (32; 72) de origen y un segundo satélite S2 (34; 74) de destino, ambos en visibilidad durante dicho período,

- un dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122), de P terminales de entrada (132, 14, 136), conectados respectivamente a P terminales de salida de las P antenas (112, 114, 116), para recibir en la entrada de dicho dispositivo y de procesamiento P señales de antena recibidas y suministradas en la salida de dichas antenas de recepción, y con P terminales de salida (142, 144, 146) para entregar en paralelo P señales procesadas de salida, alineadas entre sí temporalmente y en fase, obtenidas respectivamente a partir de las P P señales de antena recibidas, y

- un dispositivo (124) de combinación de diversidad configurable, conectado en la entrada al dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal (122), para combinar una parte o la totalidad de las señales procesadas de salida en función de una consigna de selección de las señales procesadas de salida y procesadas a combinar, y

- un dispositivo (126) de gestión de diversidad y de conmutación transparente del enlace de comunicación, estando el procedimiento de conmutación del enlace de comunicación **caracterizado porque**

la conmutación del enlace de comunicación está constituida por una sucesión de un número k, superior o igual a

5 2, de conmutaciones Bi transparentes y unitarias de antenas, seleccionadas según una secuencia predeterminada, siendo cada conmutación (44, 46; 84, 86, 88) Bi transparente y unitaria de antena una conmutación de una antena (22, 24; 62, 64, 66) desde una primera configuración de diversidad en recepción operativa C1(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el primer satélite S1, hacia una segunda configuración de diversidad en recepción operativa C2(i) en la que la antena seleccionada se apunta con seguimiento sobre el segundo satélite S2, siendo al menos una de las configuraciones primera y segunda C1(i), C2(i) de diversidad en recepción una configuración en la que la diversidad en recepción se implementa sobre los dos satélites primero y segundo S1, S2.

10 16. Procedimiento de conmutación transparente de un enlace de comunicación según la reivindicación 15, en el que cada conmutación transparente y unitaria Bi (44, 46; 84, 86, 88), comprende etapas de control del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal, así como del dispositivo de combinación de diversidad configurable determinando y enviándoles respectivamente:

- 15
- \* comandos de apuntamiento de adquisición de los satélites, y
  - \* comandos de alineación temporal y en fase de las P señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento multicanal elaboradas en función de mediciones de desviaciones temporales y en fase de P-1 señales recibidas en la entrada con respecto a la señal recibida en la entrada tomada como señal de referencia, y
  - \* una consigna de selección de las señales procesadas de salida a combinar en función de la planificación de la conmutación de la primera configuración de diversidad C1 hacia la segunda configuración de diversidad C2 y en función de mediciones de calidades de las señales recibidas en la entrada del dispositivo de recepción y de procesamiento,
- 20

siendo las etapas de control implementadas por el dispositivo de gestión de diversidad y de conmutación transparente del enlace de comunicación.

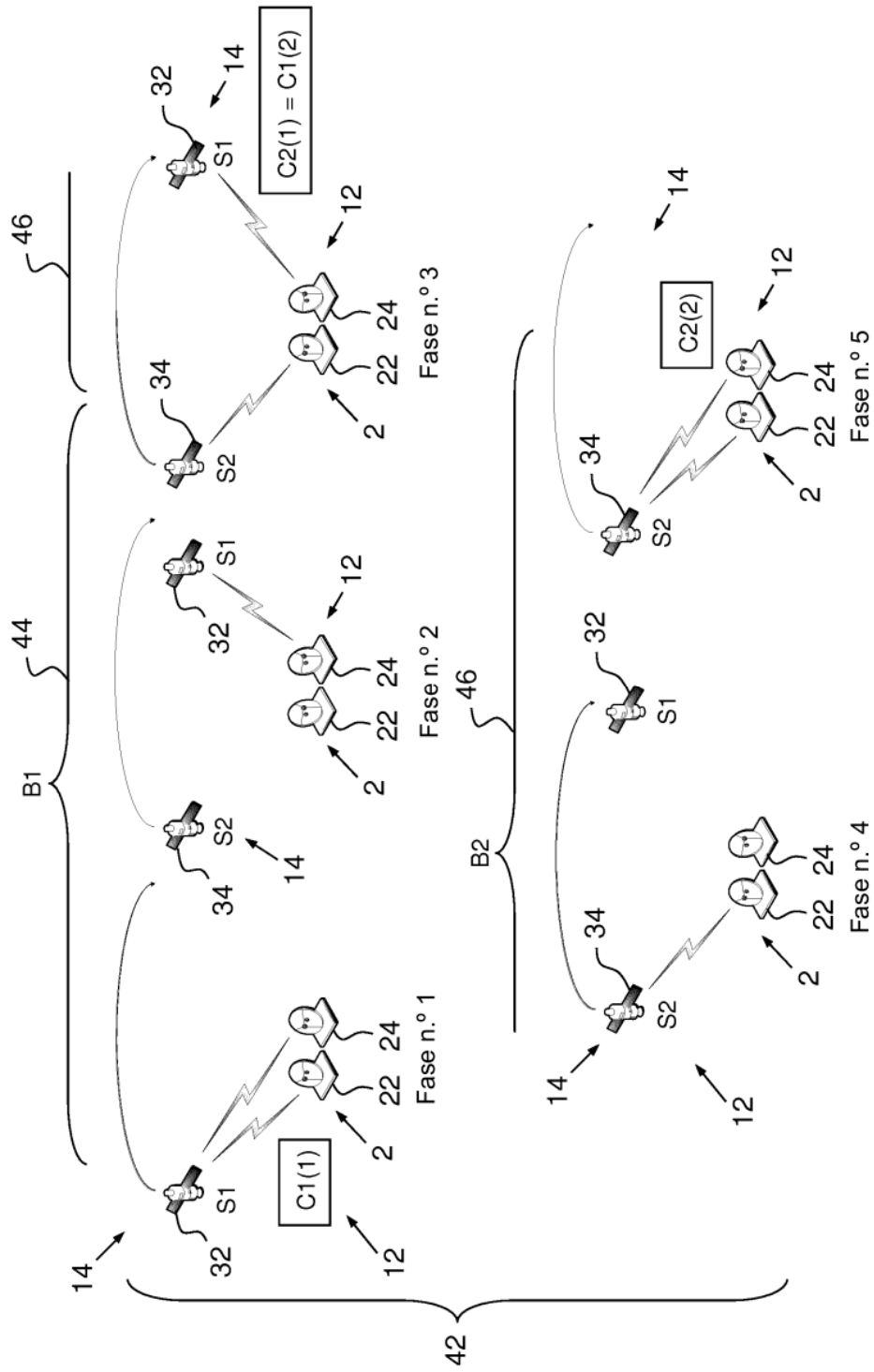


FIG.1

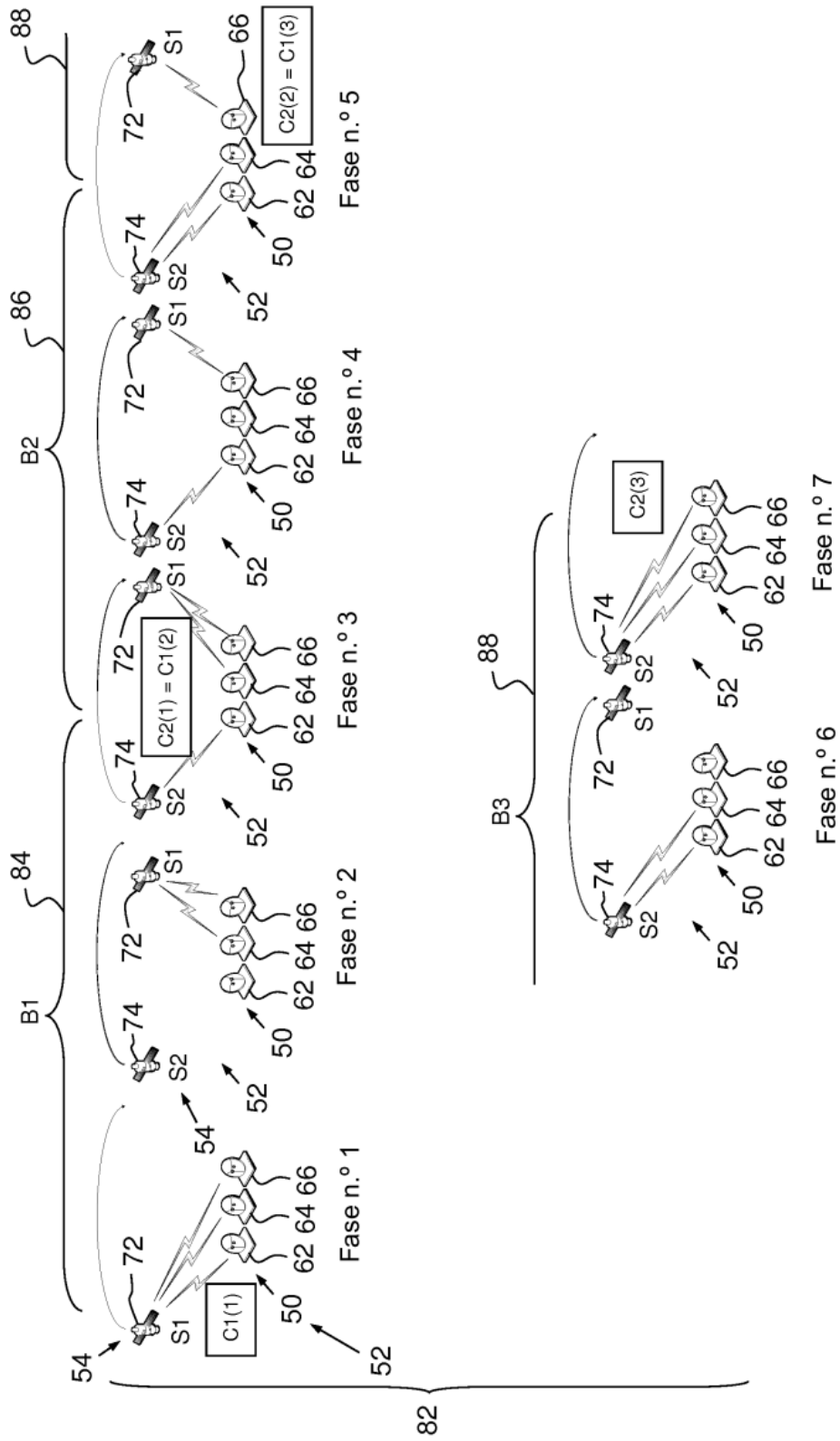


FIG.2

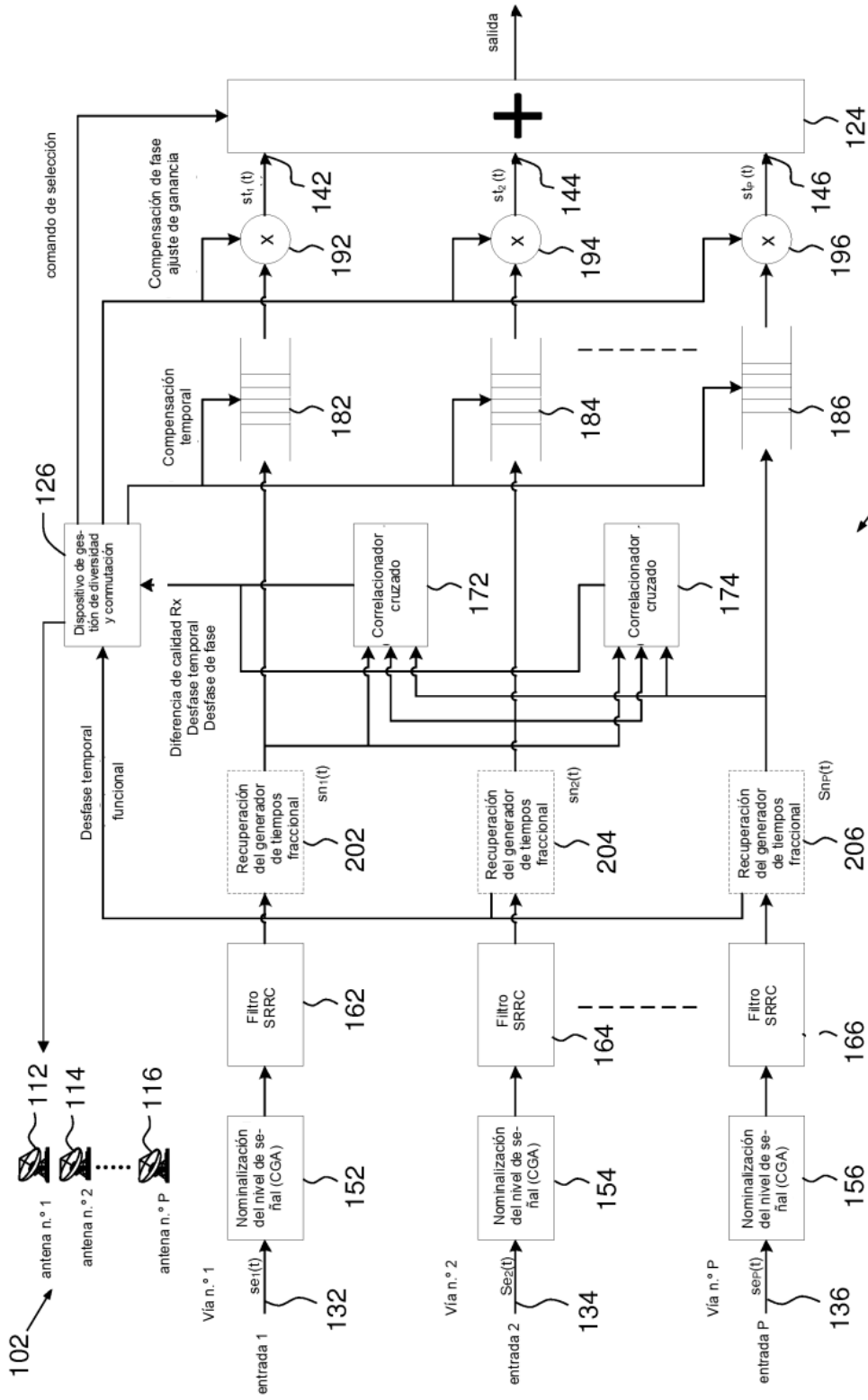


FIG.3

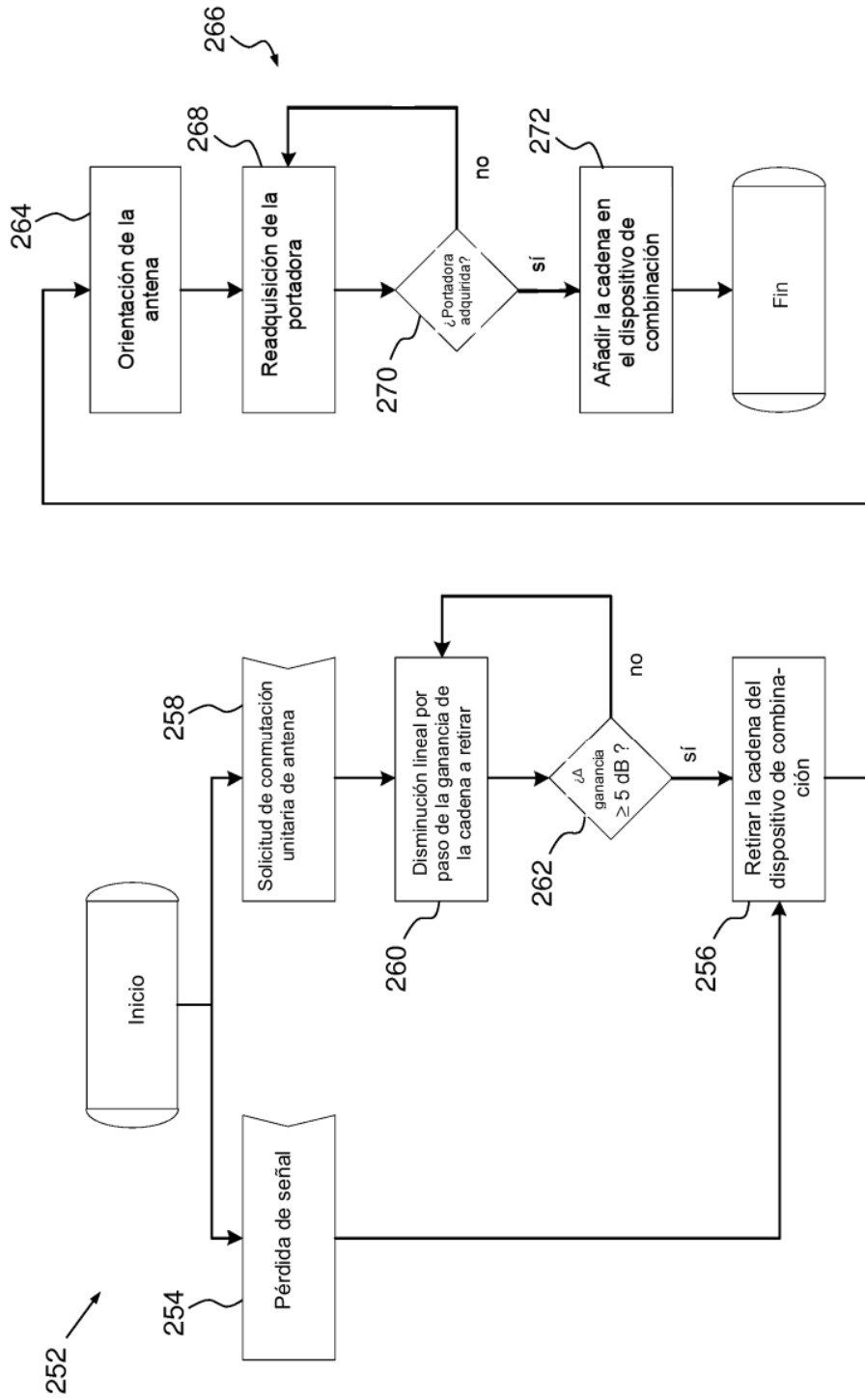


FIG.4

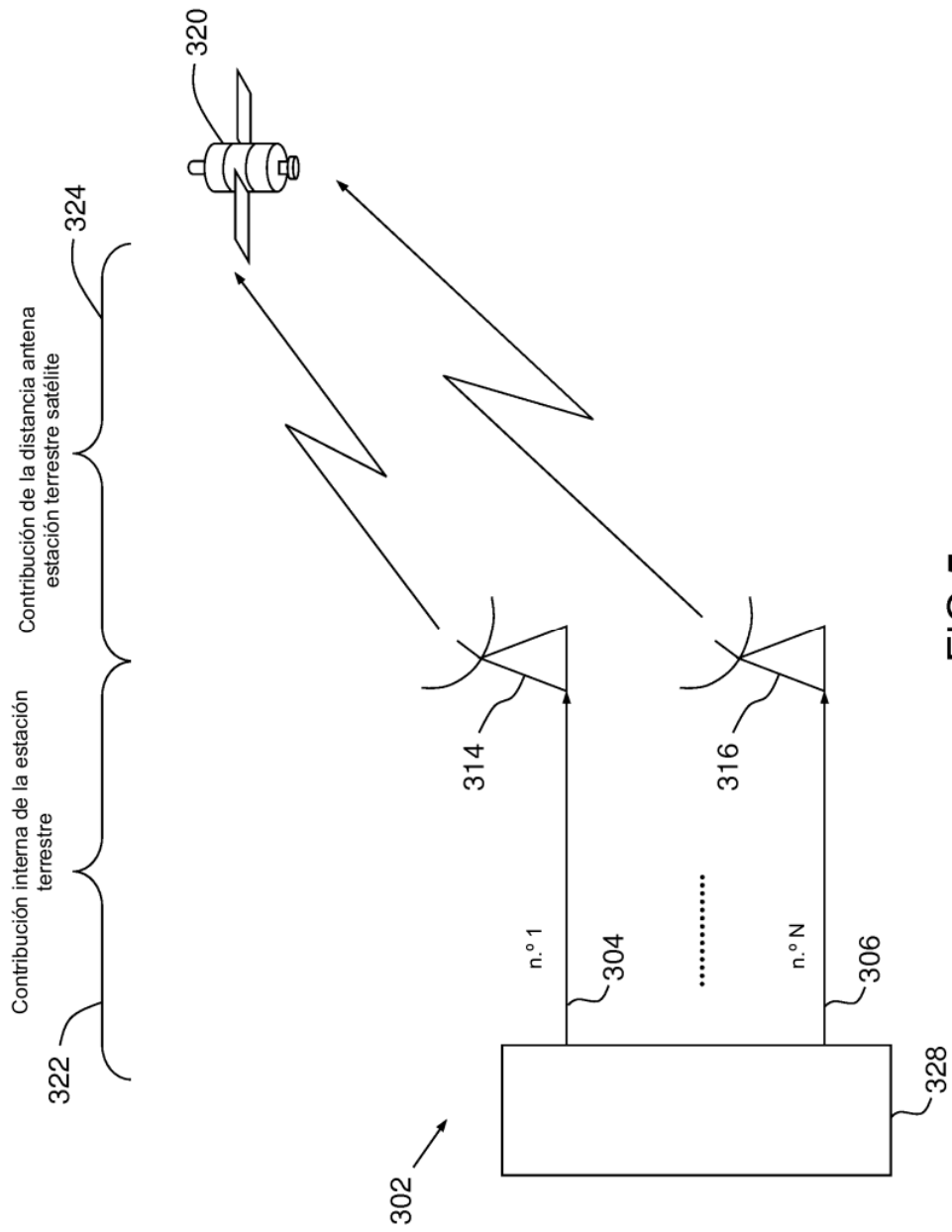


FIG.5



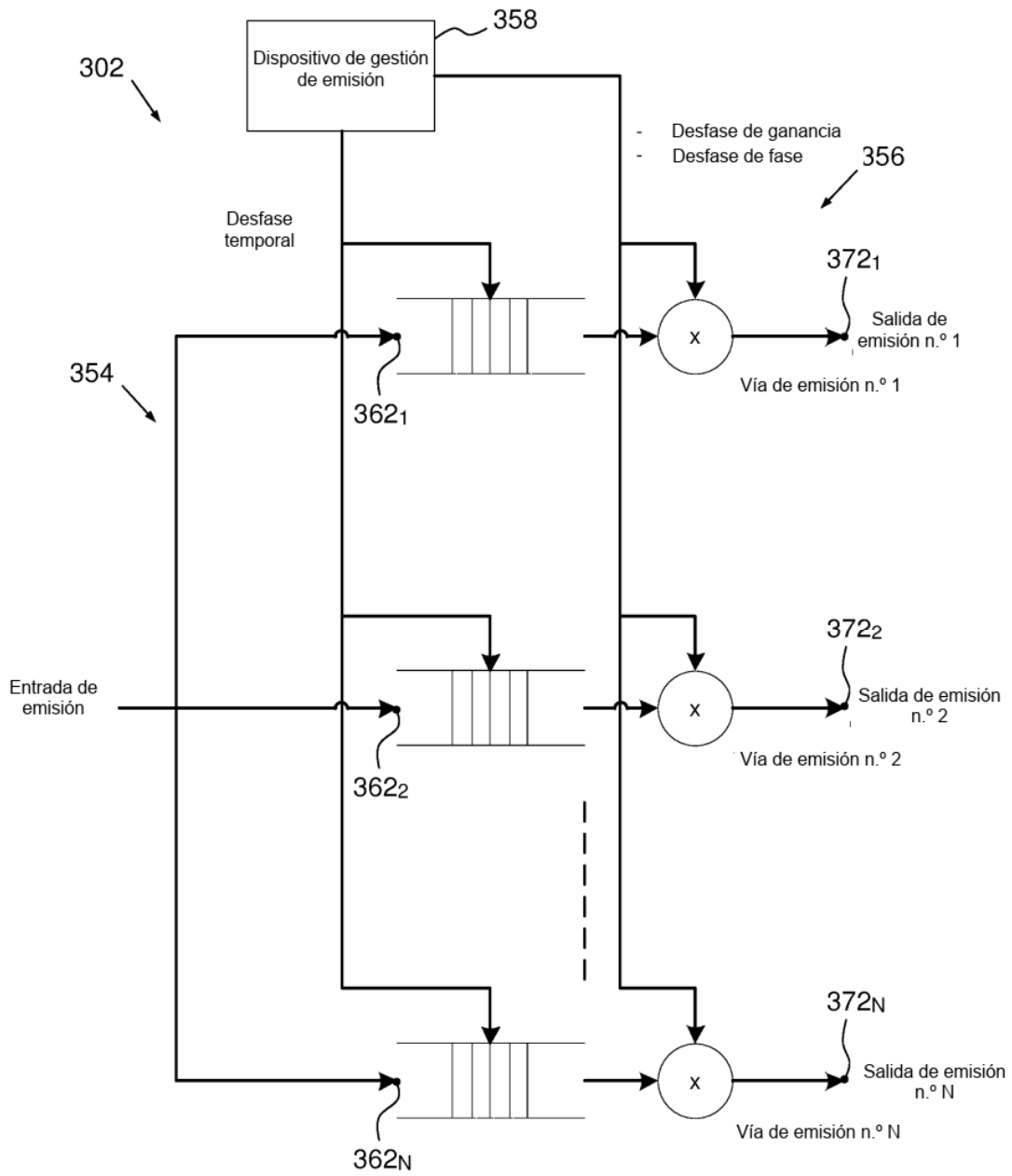


FIG.6

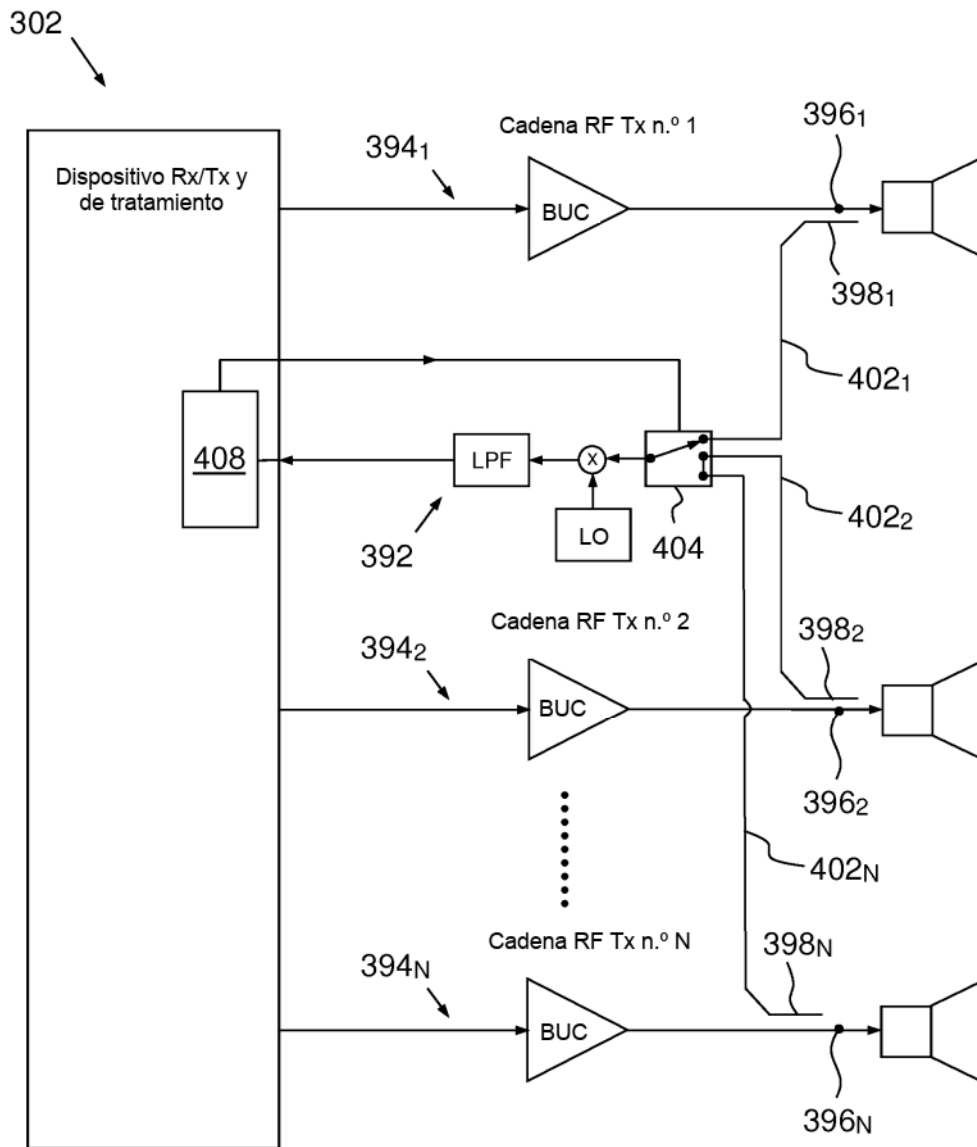


FIG.7

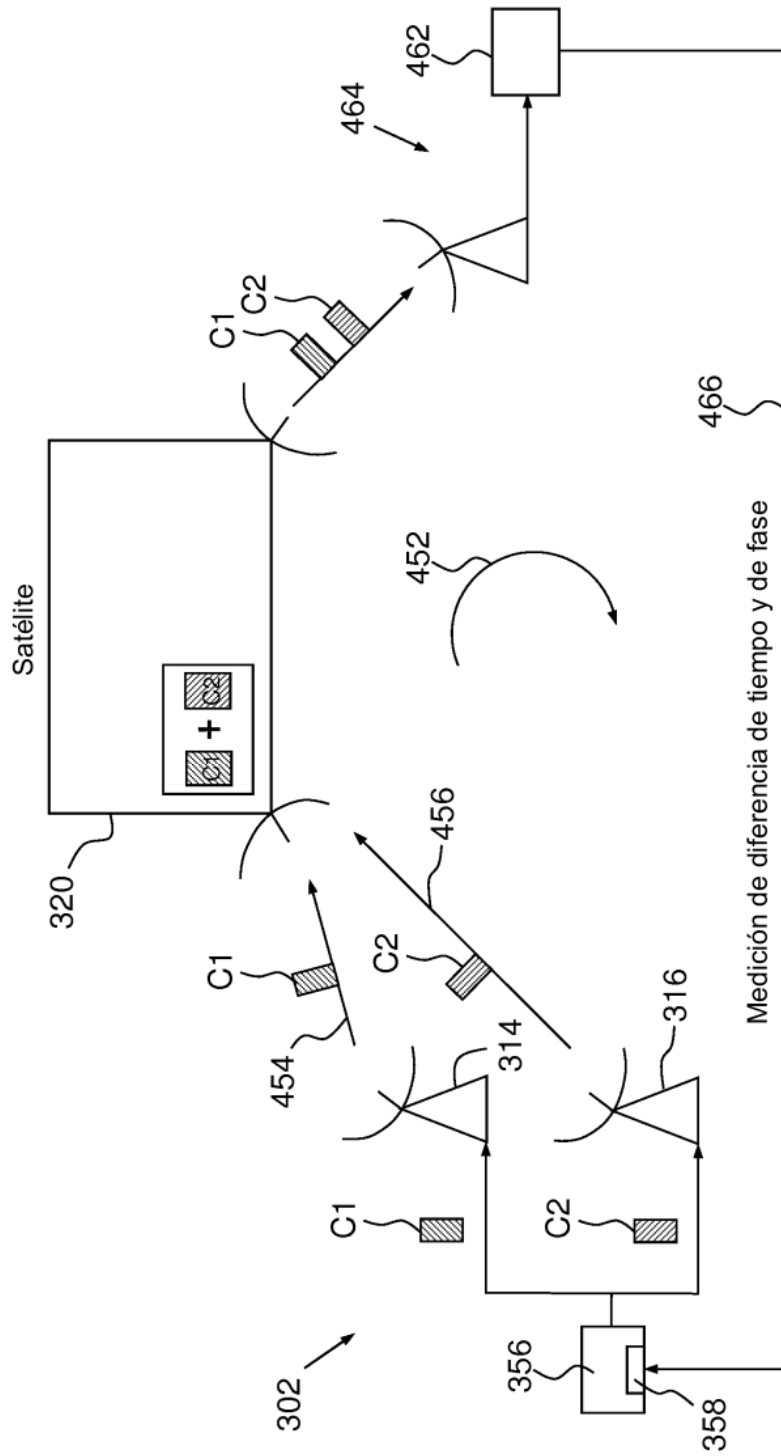


FIG.8