

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 469**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/10**

(2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2008 E 08425163 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 1973239**

54 Título: **Un sistema para alinear electrónicamente la polarización de una antena**

30 Prioridad:

**20.03.2007 IT RM20070144**

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

**15.11.2019**

73 Titular/es:

**SPACE ENGINEERING S.P.A. (100.0%)**

**Via dei Berio, 91**

**I-00155 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**RUSSO, PASQUALE;**

**CATALANI, ALFREDO;**

**DI PAOLO, FRANCO y**

**MIGLIORELLI, MARZIA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 731 469 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**

Un sistema para alinear electrónicamente la polarización de una antena

5 Esta invención está relacionada con un sistema para alinear electrónicamente la polarización de una antena.

Más concretamente, esta invención está relacionada con un sistema para alinear electrónicamente la polarización de una antena de recepción/transmisión con la polarización de una antena de transmisión/recepción que comunica con el primero.

10 Como es bien sabido, las explotaciones de las redes informáticas y de la red de Internet han aumentado exponencialmente en los últimos años. Muchas personas utilizan hoy en día la red de Internet para intercambiar datos en numerosos ámbitos diferentes de su negocio o para satisfacer sus intereses personales.

15 En la actualidad, la explotación de los servicios de transmisión de datos en banda ancha basados en la utilización de sistemas de satélite se ha convertido en una oportunidad real que se está ampliando para pasar de un nivel experimental a una condición operativa, lo que abre la puerta a posibles aplicaciones económicas y técnicas relacionadas.

20 Desde un punto de vista tecnológico, la antena representa un componente esencial. Por lo tanto, el interés por los terminales terrestres equipados con antenas de bajo coste adaptadas para recibir y transmitir señales desde y hacia diferentes satélites está aumentando considerablemente.

25 Los avances más recientes incluyen tecnologías concebidas para diseñar antenas planas adaptadas para operar en modo dúplex completo y provistas tanto de funciones de recepción como de transmisión, dado que disponen de una abertura de antena común.

30 Un tipo de antena ampliamente utilizado sobre el cual la investigación tecnológica está avanzando rápidamente son los sistemas de antenas planas, ya que ofrecen varias ventajas con respecto a las antenas reflectoras empleadas hoy en día.

35 Un sistema de antenas se forma (como sugiere directamente la misma definición) mediante un conjunto de antenas que incluye varias antenas idénticas, generalmente dispuestas de forma lineal o planar (es decir, dispuestas en una línea o en un plano), con una orientación común. Los componentes individuales de estos sistemas de antenas se alimentan generalmente con diferentes amplitudes y fases.

La principal ventaja de esta tecnología reside en que permite obtener un diagrama de radiación que se puede configurar fácilmente variando las amplitudes y las fases de las antenas individuales.

40 Además, es posible diseñar sistemas específicos destinados a lograr lóbulos principales y sus ceros en las posiciones deseadas. Entre otros, también se conocen las antenas de sistemas programables, capaces de modificar su propio diagrama de radiación modificando la alimentación de las antenas individuales del sistema.

45 Las antenas de este tipo se utilizan especialmente en aplicaciones espaciales donde el desplazamiento de material de cualquier antena individual o de un sistema de antenas suele ser una tarea muy difícil de llevar a cabo.

50 Los sistemas de antenas también presentan, entre otras ventajas, un contorno compacto y un efecto estético más agradable. Su implantación en diseños de múltiples capas también añade la ventaja de un bajo coste de fabricación y facilita la integración para los componentes electrónicos de la antena.

Estas características hacen que estas antenas sean especialmente atractivas para las comunicaciones móviles.

55 Como cualquier persona experta en la materia sabe bien, si la polarización de la antena de un transmisor y la polarización de la antena de un receptor no están alineadas (a saber, las componentes horizontal y vertical no están alineados), la distancia útil eficaz para una conexión se reduce considerablemente. Por lo tanto, es necesario que las dos antenas en cuestión: i) utilicen siempre el mismo tipo de polarización, y ii) tengan alineadas sus direcciones de polarización.

60 En la tecnología actualmente disponible, la alineación de la polarización de las antenas se obtiene completamente mediante rotaciones mecánicas del acimut y la elevación.

Este sistema de orientación, cuando se utiliza un sistema de antenas en el campo de la transmisión de datos para sistemas móviles, genera diversas imprecisiones en la orientación de la antena y, como resultado, provoca desfases.

65 Debido a este inconveniente, los sistemas de antenas actualmente disponibles presentan límites de uso estrictamente definidos, especialmente para su utilización en el campo de las transmisiones DVB (Digital Video Broadcasting). El

estado de la técnica pertinente incluye las solicitudes de patente US2004/0246174A1 y US 2006/128336 A1.

5 En vista de lo expuesto anteriormente, uno de los objetivos de esta invención es proponer un sistema para alinear electrónicamente la polarización de una antena, preferiblemente de un tipo de sistema, de un aparato localizado en un sistema de referencia móvil o en movimiento.

La invención se define mediante un sistema según la reivindicación 1.

10 También según esta invención, dicha antena está adaptada para transmitir una señal que comprende un componente vertical y un componente horizontal que son mutuamente ortogonales y presentan amplitudes iguales o diferentes, según una polarización de transmisión, y el sistema también puede incluir una unidad de corrección de la polarización que recibe una señal de entrada que incluye un componente vertical y un componente horizontal que son mutuamente ortogonales, unidad que se conecta a dicho primer puerto y a dicho segundo puerto de dicha antena en el cual inyecta los componentes de la señal de transmisión, sistema que también incluye una segunda sección de radiofrecuencia provista de un medio de desplazamiento de fase, medio de ajuste de la amplitud y medios para separar las componentes verticales y horizontales de dicha señal de entrada, unidad que está conectada a dicha unidad de corrección de polarización y que se está adaptando, según la posición detectada por dichos medios de detección de posición de dicha antena, para calcular la falta de alineación de la polarización de dicha señal transmitida con respecto a la polarización de dicha antena, así como para controlar dicha unidad de corrección de polarización de manera que se ajusten las operaciones de combinación, desplazamiento de fase y variación de amplitud de dicha segunda sección de radiofrecuencia para transmitir el componente vertical y el componente horizontal de la señal de transmisión según dicha polarización de transmisión.

25 También según esta invención, dicha sección de corrección de polarización puede incluir un dispositivo separador para separar los componentes de polarización de la señal que se va a transmitir, adaptado para transportar dichos componentes de polarización a lo largo de dos trayectorias diferentes, cada una de las cuales incluye un dispositivo de desplazamiento, uno o varios dispositivos de atenuación o amplificación conectados en serie y un amplificador de nivel bajo de ruido, antes de que dichos componentes alcancen los puertos de dicha antena.

30 Además, según esta invención, dicha unidad de corrección de polarización puede suministrarse con un puerto de entrada que lleva conectado un convertidor elevador.

35 También según esta invención, dicha unidad de corrección de polarización puede conectarse a dicha unidad de control lógica mediante una sección digital adaptada para ajustar la combinación, el desplazamiento de fase y las operaciones de variación de amplitud de dicha segunda sección de radiofrecuencia.

También según esta invención, el sistema en cuestión puede incluir

40 un primer dispositivo de combinación de radiofrecuencia que opera como un diplexor, que presenta un primer puerto común y un par de primeros puertos de salida, estando dicho primer puerto común conectado a dicho primer puerto de dicha antena y estando uno de dichos primeros puertos de salida conectado a un puerto de salida de dicha unidad de corrección de polarización y el otro puerto de salida a un puerto de entrada de dicha unidad de reinicio de polarización; y

45 un segundo dispositivo de combinación de radiofrecuencia que opera como diplexor, que presenta un segundo puerto común y un par de segundos puertos de salida, estando dicho segundo puerto común conectado a dicho segundo puerto de dicha antena y estando uno de dichos segundos puertos de salida conectado a un puerto de salida de dicha unidad de corrección de polarización y el otro puerto de salida a un puerto de entrada de dicha unidad de reinicio de polarización.

50 Además, según esta invención, dicha unidad de control lógica puede incluir

medios de procesamiento, conectados a dichos medios de detección de posición, adaptados para procesar los datos detectados por ellos;

55 medios de interfaz conectados a dichos medios de procesamiento, adaptados para permitir que el sistema sea controlado por un operador; y medios de almacenamiento de datos, conectados a dichos medios de tratamiento y adaptados para facilitar sus operaciones de procesamiento.

60 Según esta invención, el sistema está adaptado para gestionar operaciones de alineación de polarización lineal basadas, como mínimo, en una primera señal de configuración transmitida por dichos medios de interfaz. Con estos medios, por ejemplo, también es posible definir «manualmente» la dirección de orientación donde el sistema en cuestión debe recibir o transmitir, por lo que dicho sistema tiene la capacidad de gestionar alineaciones de polarización lineal basadas en entradas externas.

65 También según esta invención, el sistema está adaptado para recibir señales de polarización circular, posiblemente

dos señales de polarización circular simultáneas, basadas en una segunda señal de configuración transmitida por dichos medios de interfaz. Con estos medios, por ejemplo, también es posible recibir señales de polarización circular (por ejemplo, según las normas estadounidenses), simplemente ajustando de forma automática y adecuada los desplazamientos de fase introducidos por dicha unidad de reajuste de polarización.

5 Además, según esta invención, el sistema está adaptado para transmitir señales de polarización circulares, posiblemente dos señales de polarización circulares simultáneas, basadas, como mínimo, en una tercera señal de configuración transmitida por dichos medios de interfaz. También en este caso, con estos medios, por ejemplo, también es posible recibir señales de polarización circular (por ejemplo, según las normas estadounidenses), simplemente  
10 ajustando de forma automática y adecuada los desplazamientos de fase introducidos por dicha unidad de corrección de polarización.

Según esta invención, dichos medios de detección de posición pueden incluir un receptor de GPS adaptado para detectar la posición espacial de dicha antena.

15 Según esta invención, dichos medios de detección de posición pueden incluir un giroscopio adaptado para detectar el perfil de dicha antena.

Además, según esta invención, dicha antena puede ser un sistema de antenas.

20 Según esta invención, dicho sistema de antenas puede utilizar elementos radiantes de tipo bocina.

Esta invención se describirá ahora a modo ilustrativo y no limitativo según sus modos de realización preferentes, concretamente, haciendo referencia a las figuras de los planos adjuntos, en las cuales:

25 La figura 1 muestra un diagrama de bloques en modos de transmisión y recepción del sistema para la alineación electrónica de la polarización de una antena según esta invención;

30 La figura 2 muestra una vista en perspectiva superior de una unidad de recepción para reajustar la polarización del sistema según esta invención;

La figura 3 muestra una vista en perspectiva inferior de la unidad de recepción para reajustar la polarización del sistema según la figura 1;

35 La figura 4 muestra un diagrama de bloques de funciones de la unidad para reajustar la polarización del sistema según la figura 1; la figura 5 muestra una vista en perspectiva superior de una unidad transmisora para corregir la polarización del sistema según la figura 1;

40 La figura 6 muestra una vista en perspectiva inferior de la unidad de transmisión para corregir la polarización del sistema según la figura 1;

La figura 7 muestra un diagrama de bloques de funciones de la unidad para reajustar la polarización y de la unidad de recepción y transmisión para corregir la polarización del sistema según la figura 1;

45 La figura 8 muestra un gráfico que ilustra el diagrama de Bode de la relación entre la potencia de entrada y la potencia de salida de la unidad para corregir la polarización;

La figura 9 muestra un diagrama de bloques de la unidad lógica de control del sistema según la figura 1;

50 La figura 10 muestra esquemáticamente la geometría de una polarización de antena y de una polarización, no alineada con la primera, de una señal recibida o transmitida desde ella;

55 La figura 11 muestra un primer modo de realización de un elemento radiante de la antena en la cual se materializa el sistema relacionado con la presente invención;

La figura 12 muestra un segundo modo de realización de una antena de sistema en la cual se materializa el sistema relacionado con la presente invención; y

60 La figura 13 es un diagrama que muestra un modo de realización del sistema relacionado con la presente invención.

Remitiéndonos ahora a la figura 1, es posible observar un diagrama de bloque del modo de realización preferente de un sistema 1 para orientación electrónica de una antena 2 según la presente invención.

65 La antena 2 incluye un primer puerto 2' y un segundo puerto 2", donde las señales de polarización horizontal y vertical se transmiten en conexión con la señal recibida por la antena 2 o transmitida a la misma.

Ambos puertos 2' y 2" funcionan correctamente en toda la banda de paso de transmisión y recepción y, más exactamente, en un modo de realización preferente, para la recepción y transmisión de señales de satélite:

- 5 • para la banda de recepción, la frecuencia está en el rango de 10,7 a 12,75 GHz, Kurz-Under-Band (también conocida con la abreviatura banda Ku); y
- para la banda de transmisión, la frecuencia está en el rango de 14,00 a 14,50 GHz, Kurz-Under-Band.

10 Cada puerto 2' y 2" está conectado a un diplexor 3 y 4, es decir, a un dispositivo combinado de radiofrecuencia. Dichos diplexores 3 y 4 son independientes entre sí, están optimizados y adaptados para separar o combinar los trayectos de transmisión y recepción de las señales de dicha antena 2.

15 Posiblemente, la antena 2 también puede diseñarse de manera que dichos diplexores 3 y 4 ya estén incorporados en una red de formación de haces. Esto podría permitir optimizar las prestaciones, el coste y las dimensiones totales de la misma antena.

Cada uno de dichos diplexores 3 y 4 está provisto de un puerto común 3' y 4', así como de un par de puertos 3", 4" y 3"', 4"', para las señales de transmisión y recepción, respectivamente.

20 Como es bien sabido, un diplexor es un dispositivo adaptado para combinar dos señales acopladas a sus dos puertos de entrada para obtener una sola señal detectable en su puerto de salida. Debe considerarse que un diplexor es generalmente un dispositivo bidireccional, de modo que, al cambiar las condiciones operativas, también es posible dividir una señal acoplada a su puerto de salida en dos señales con portadoras diferentes, detectables en sus puertos de entrada.

25 Cada diplexor 3 y 4 tiene un puerto de 3" y 4", respectivamente, conectado a una unidad de reajuste de polarización 5.

30 La señal de recepción disponible en el puerto de salida común 3' o 4' de cada diplexor 3 o 4 se acopla a los puertos de entrada 5', 5" de dicha unidad de reajuste de polarización 5, mientras que la señal de transmisión procede de una unidad correctora de polarización 6, cuyos puertos de salida 6' y 6" están conectados a los puertos de entrada 3" y 4" para la señal transmitida por los diplexores 3 y 4.

35 Las señales de salida de la unidad de reajuste de polarización 5 son posteriormente convertidas por un par de convertidores reductores de frecuencia 7 conectados a dichos puertos de salida 5" y 5<sup>iv</sup> de la unidad 5 por medio de las líneas de transmisión 9 y, por lo tanto, están disponibles para su uso, por ejemplo, en sistemas de comunicación DVB (Digital Video Broadcasting). Dichos convertidores 7 convierten la frecuencia de una señal de radiofrecuencia de entrada en una frecuencia intermedia o en una frecuencia de banda base.

40 El puerto de entrada 6" de la unidad de corrección de la polarización 6 se conecta a la salida de un convertidor de frecuencia 8, es decir, un convertidor elevador, y recibe la señal de salida de este para su transmisión. Dicho convertidor de frecuencia 8 convierte una señal de frecuencia intermedia (IF) o de banda base en una señal de radiofrecuencia.

45 Además, dicho sistema 1 incluye una unidad lógica de control 10 provista de medios de interfaz 11, los cuales comprenden, en el modo de realización ilustrado, un ordenador personal 12. El ordenador personal 12 permite al operador controlar las opciones de funcionamiento del sistema 1.

50 El sistema 1 está adaptado para alinear la polarización lineal de la señal (por ejemplo, de/a satélite) / antena, tanto en el modo de recepción como en el de transmisión. La operación se describirá brevemente a continuación.

55 La señal recibida de la antena 2 llega a la entrada de la unidad de reajuste de polarización 5 a través de los diplexores 3 y 4. Dicha unidad de reajuste de polarización 5 está adaptada para procesar los componentes de polarización vertical y horizontal de la señal recibida de un transmisor, por ejemplo, un satélite, independientemente de la falta de alineación mecánica de la polarización de la antena receptora 2. Por lo tanto, dicha unidad de reajuste de polarización 5 alinea electrónicamente los ejes de polarización de la antena 2, en modo receptor, con los ejes de polarización del transmisor de señal, que generalmente será un satélite.

60 El funcionamiento del sistema 1 en modo de transmisión es sustancialmente similar.

65 En la unidad de corrección de polarización 6 se inyecta una señal que llega al convertidor 8 (convertidor elevador). Dicha unidad de corrección de polarización 6 es capaz de alimentar los dos puertos de entrada de la antena 2 con señales de diferentes niveles de potencia. La antena 2 se adapta de esta manera para irradiar incluso una sola polarización lineal con el ángulo de polarización deseado.

La unidad de control lógico 10 está diseñada para asegurar un ajuste correcto tanto a la corrección de polarización 6

como a la unidad de reajuste de polarización 5.

Por último, los medios de alimentación de corriente continua proporcionan una fuente de alimentación estabilizada a todos los dispositivos electrónicos del sistema en cuestión.

5

Los componentes del sistema 1 se describirán a continuación aclarando más su funcionamiento.

Unidad de reajuste de polarización

10 Al remitirse a las figuras 2 y 3, es posible observar un modo de realización de esta unidad de reajuste de polarización 5.

Dicha unidad de reajuste o recuperación de polarización 5 consta de dos secciones: una sección de radiofrecuencia 5a (figura 2) y una sección digital 5b (figura 3), en comunicación recíproca mediante conexiones pasantes.

15

La sección 5a de radiofrecuencia se conecta a dichos puertos 5', 5", 5<sup>'''</sup> y 5<sup>iv</sup>, mientras que la sección 5b digital incluye un conector de señal 5<sup>v</sup> que puede implantarse en varias tecnologías, preferiblemente como conector de vídeo.

20

El funcionamiento de dicha sección de radiofrecuencia 5a se describe en la figura 4. El puerto 5' recibe el componente vertical Cvr de la señal de recepción procedente de la antena 2, mientras que el puerto 5" recibe el componente horizontal Cor.

25

Al recibirse a través de los puertos 2' y 2", dichas señales Cvr y Cor se amplifican mediante amplificadores de nivel bajo de ruido (LNA) 14. Dichas señales Cvr y Cor se dividen posteriormente por los respectivos diplexores 15 en dos trayectorias diferentes, donde se procesan para obtener las señales Cvr1, Cvr2 y Cor1, Cor2.

30

En efecto, estos cuatro componentes Cvr1, Cvr2 y Cor1, Cor2 se obtienen mediante un proceso que incluye operaciones de amplificación o atenuación o desplazamiento de fase.

35

En particular, al observar atentamente la figura 4, puede verse claramente que los componentes Cvr1, Cvr2 y Cor1, Cor2 de la señal (amplificados por amplificadores de nivel bajo de ruido 14) se obtienen a las salidas de dichos diplexores 15, en las cuatro trayectorias ya mencionados, tras el paso de los componentes Cvr y Cor a través de dos trayectorias diferentes, cada uno de los cuales incluye un dispositivo de desplazamiento de fase 16 y un dispositivo amplificador 17.

40

Dos unidades de combinación 18 y 19 combinan posteriormente los componentes Cvr1 - Cor2 y Cvr2 -Cor1 obtenidos a partir de estas cuatro trayectorias, convenientemente amplificados o atenuados o desplazados de fase. En otras palabras, se realiza una combinación lineal de dichos componentes Cvr1, Cvr2 y Cor1, Cor2.

En particular, la figura 4 ilustra dos polarizaciones lineales ortogonales recibidas simultáneamente en un satélite.

Las señales obtenidas en las salidas de dichas unidades de combinación 18 y 19 son enviadas a los convertidores 7 a través de los puertos 5<sup>'''</sup> y 5<sup>iv</sup>.

45

La sección digital 5b se analizará a continuación. La sección digital 5b está conectada a dicha unidad lógica de control 10 y recibe comandos de entrada de la misma para disponer los pasos del proceso llevados a cabo por la sección de radiofrecuencia 5a, con el fin de controlar, mediante dichas conexiones de paso, los desplazamientos de fase o las amplificaciones o la atenuación que se van a aplicar a los componentes Cvr y Cor de la señal de entrada transmitida a lo largo de las cuatro trayectorias antes mencionadas.

50

La sección digital 5b incluye un conector de 5<sup>v</sup>, preferiblemente un conector de vídeo, más preferiblemente un conector de tipo DB-15, así como otros componentes necesarios para procesar las señales de vídeo, como controladores, reguladores de tensión y dispositivos lógicos.

55

Las conexiones para los puertos 5', 5", 5<sup>'''</sup> y 5<sup>iv</sup> se realizan preferiblemente mediante conectores SMA.

Dicha unidad de recuperación de polarización 5 presenta preferiblemente las siguientes características técnicas de funcionamiento:

60

- banda de paso de funcionamiento: 10,70 a 12,75 GHz, bajo banda Kurtz;
- figura de ruido: 0,9 dB;
- fuente de alimentación: +5/-5 V a 90 mA;
- control de fase: 5 bits por 360°;
- control de amplitud: 5 bits por cada 25 dB de atenuación;

65

- ganancia: 10 dB ± 2 dB a 0 dB;
- conectores de radiofrecuencia: SMA;

- conectores de vídeo: DB15.

Unidad de corrección de polarización

5 Remitiéndonos ahora a las figuras 5 y 6, es posible observar un modo de realización de la unidad de corrección de polarización 6 en cuestión.

10 Dicha unidad de corrección de polarización 6 también comprende en este caso dos secciones: una sección de radiofrecuencia 6a (figura 5) y una sección digital 6b (figura 6), en comunicación recíproca mediante conexiones pasantes.

Dicha unidad de corrección de polarización 6 tiene un modo de funcionamiento sustancialmente similar al modo de funcionamiento de dicha unidad de recuperación de polarización 5.

15 En particular, al remitimos ahora a la figura 7, se ilustra un diagrama de bloques general del funcionamiento del modo de realización preferente del sistema 1, incluidas tanto la unidad 5 como la 6.

20 La radiofrecuencia 6a de dicha corrección de polarización 6 incluye un diplexor 20 donde se inyecta una señal procedente del convertidor 8.

25 La señal de transmisión está dividida en dos partes por el diplexor 20 que funciona como un divisor; dichas dos partes de señal son los componentes de polarización vertical y horizontal designados como Cvt y Cot, respectivamente. Dichas señales Cvt y Cot se amplifican o atenúan o desplazan de fase mediante los dispositivos de amplificación/atenuación 17 y 21 y mediante un dispositivo de desplazamiento de fase 16.

30 Cada una de dichas señales Cvt y Cot se transmite posteriormente a dicha antena 2 a través de dichos diplexores 3 y 4.

35 La sección digital 6b de dicha unidad de corrección de polarización 6 está conectada a dicha unidad lógica de control 10 y recibe órdenes de entrada de la misma para disponer los pasos de proceso realizados por la sección 6a de radiofrecuencia, con el fin de controlar, mediante dichas conexiones de paso, los desplazamientos de fase o las amplificaciones o la atenuación que se van a aplicar a los componentes Cvt y Cot de la señal que se va a transmitir. En particular, la sección digital 6b de dicha unidad de corrección de polarización 6 se conecta a dicha unidad lógica de control 10 mediante un conector de 6v, preferiblemente de tipo vídeo y, más preferiblemente, de tipo DB15.

40 Las características técnicas generales de la unidad de corrección de polarización 6 en un modo de realización preferido se exponen a continuación:

- banda de paso de funcionamiento: 14,0 a 14,5 GHz;
- fuente de alimentación: +7 V a 4,5 A; +5/-5 V a 50 mA;
- control de fase: 5 bits por 360°,
- control de amplitud: 5 bits por cada 25 dB de atenuación; ganancia: 55 dB  $\pm$  2 dB a 0 dB,
- conectores de radiofrecuencia: SMA;
- conectores de vídeo: DB15.

45 La figura 8 muestra un gráfico que ilustra el diagrama de Bode de la relación entre la potencia de entrada y la potencia de salida de la unidad de corrección de la polarización 6.

50 Debido a la gran cantidad de potencia de radiofrecuencia disipada, la unidad de corrección de polarización 6 está provista de un disipador de calor (disipador de calor) (no mostrado en las figuras) que permite bajar la temperatura.

55 Remitiéndonos a la figura 9, la unidad lógica de control 10 incluye un microprocesador 22, una sección de almacenamiento de información, compuesta por una memoria de acceso aleatorio (RAM) 23 y una memoria flash 24. Además, dicha unidad lógica de control 10 incluye un regulador de tensión 25 y una sección de control 26 conectable a un medio de localización 27 que comprende un GPS externo y posiblemente también un dispositivo giroscópico (no mostrado en la figura), adaptado para detectar la orientación de la antena 2 del sistema 1 con respecto a la antena externa de transmisión/recepción desde la que recibe o a la que transmiten las señales.

60 Dicha unidad de control de lógica 10 está adaptada para interconectarse a dispositivos de desplazamiento de fase 16 y a amplificadores 17, que son dispositivos de circuito integrado monolítico de microondas (MMIC), de la sección de radiofrecuencia 5a para el control del mismo.

Dicha unidad lógica de control 10 se implanta también con componentes del tipo MMIC.

65 Las principales funciones de dicha unidad lógica de control 10 son las siguientes:

- gestionar y controlar tanto la unidad de reajuste de polarización 5 como la unidad de corrección de polarización 6;
- efectuar una calibración de polarización de la antena 2;
- detectar la orientación de la antena 2 (o del sistema de referencia donde están instaladas la unidad de control lógico y la antena 2) con respecto a la fuente/receptor de la señal recibida/transmitida.

5 Consideremos ahora la operación de transmisión: dicha unidad lógica de control 10 es capaz de detectar la falta de alineación entre los ejes de referencia ortogonales de la antena 2 respecto a los ejes de referencia de la onda incidente plana, mediante dichos medios de localización y posicionamiento 27.

10 Tomando como referencia dicha información, dicha unidad lógica de control 10 es capaz de calcular las componentes de polarización en fase y cuadratura vertical y horizontal  $V_{vr}$  y  $C_{vr}$  alineadas con las de la antena receptora (es decir, la del satélite) y, en consecuencia, está adaptada para calcular la atenuación o el desplazamiento de fase a los que se van a someter. De este modo, dicha unidad lógica de control 10 envía los resultados de su operación de cálculo a la sección digital 5b de dicha unidad de reajuste de polarización 5, que acciona los dispositivos de desplazamiento de fase 16 y los dispositivos amplificadores 17, así como los diplexores 18 y 19, para obtener de ellos los componentes de polarización vertical y horizontal alineados.

15 Remitiéndonos a la figura 10 y con el objetivo de ejemplificar todo lo anterior desde un punto de vista matemático, designemos los ejes de polarización horizontal y vertical de la antena 2 como  $H_a$  y  $P_a$ , respectivamente, y los ejes de polarización horizontal y vertical de la onda incidente como  $H_s$  y  $V_s$ , respectivamente, y suponiendo que los dos sistemas de referencia ortogonales giran por un ángulo  $p$ , puede concluirse que los componentes del campo de incidencia en el sistema de referencia de la antena receptora son:

$$V_a = V_s \cos(p) - H_s \sin(p)$$

$$H_a = V_s \sin(p) + H_s \cos(p)$$

25 Consideremos una combinación lineal de  $V_a$  y  $H_a$  utilizando dos multiplicadores complejos desconocidos A y B. El resultado es que:

$$AV_a + BH_a = A(V_s \cos(p) - H_s \sin(p)) + B(V_s \sin(p) + H_s \cos(p)) =$$

$$(A \cos(p) + B \sin(p))V_s - (A \sin(p) - B \cos(p))H_s$$

30 Cuando se desee extraer el componente  $V_s$ , deberán cumplirse las siguientes condiciones:

$$A \cos(p) + B \sin(p) = 1$$

$$A \sin(p) - B \cos(p) = 0.$$

35 El sistema de ecuaciones se cumple cuando:

$$A = \cos(p) \text{ y } B = \sin(p).$$

40 Del mismo modo, cuando se desee extraer el componente  $H_s$ , deberán cumplirse las siguientes condiciones:

$$A \cos(p) + B \sin(p) = 0$$

$$A \sin(p) - B \cos(p) = -1.$$

El sistema de ecuaciones anterior se cumple cuando:

$$45 \quad A = -\sin(p) \text{ y } B = \cos(p).$$

Un control cuidadoso de los dispositivos de desplazamiento de fase y de los dispositivos de atenuación en la unidad

de rearme de polarización 5 así como en la unidad de corrección de polarización 6 nos permite obtener una recuperación correcta de la polarización.

5 Las funciones de dichos dispositivos de desplazamiento de fase y atenuación se realizan mediante los dispositivos 16 y 17 de las secciones de radiofrecuencia 5a y 6a, que son controlados por dicha unidad lógica de control 10.

10 El ejemplo anterior (que supone una relación entre los vectores de dos componentes  $H_s$ ,  $P_a$  y  $H_s$ ,  $V_s$  con una matriz  $2 \times 2$  diagonalizada posteriormente) indica que la combinación lineal de las componentes de polarización de la señal realinea efectivamente la polarización de la antena/señal. En conclusión, es posible realizar diferentes cálculos en función de la combinación más conveniente de los componentes de señal, con el fin de obtener la polarización deseada.

15 Las construcciones de las secciones de radiofrecuencia 5a y 6a nos permiten realizar diferentes combinaciones de dichos componentes, con el fin de obtener la alineación electrónica de la polarización para cualquier condición y cualquier orientación de la antena 2.

20 Remitiéndonos ahora a la figura 11, es posible de observar el modo de realización preferido de un elemento radiante que puede ser utilizado en el sistema en cuestión 1 para la alineación electrónica de la polarización según esta invención.

La figura 12 ilustra una antena de sistema que comprende un número de elementos de bocina radiante. Esta antena ha sido desarrollada para operar en la banda Ku.

25 La antena de sistema 2b está compuesta por una pluralidad de elementos de antena (no mostrados en la figura), cuyas componentes de polarización vertical y horizontal se combinan entre sí mediante diplexores internos.

Esta antena de matriz 2b es de tipo de baja pérdida y se utiliza en el modo de realización preferido para la recepción de señal de vídeo.

30 En particular, dicha antena 2b es notablemente compacta, ya que tiene un espesor total de 70 milímetros.

La ganancia máxima de la antena es de aproximadamente 31,5 dBi en la banda de recepción y de 32,5 dBi en la banda de transmisión. Las pérdidas óhmicas de la antena 2" están en el rango de 0,3 dB.

35 El diagrama polar de dicha antena tiene lóbulos laterales adecuados adaptados para cumplir las normas de comunicaciones por satélite DVB (por ejemplo, ETSI).

40 Por último, la figura 3 muestra una posible implementación del sistema 1 para alinear electrónicamente la polarización de una antena 2.

En particular, puede observarse que la antena 2 está protegida por su propio radomo 28 y se instala sobre un diseño de base 29. La unidad de reajuste de polarización 5 y la unidad de corrección de polarización 6 también están montadas en dicho diseño de base y están conectadas a la antena 2 por medio de las líneas de transmisión 30.

45 Cabe destacar que el sistema resultante 1 es muy compacto y no requiere medios mecánicos para su rotación.

50 A causa de lo anteriormente expuesto, puede observarse que la característica sustancial de la presente invención contempla la posibilidad de tener dos polarizaciones (lineales o circulares) ortogonales simultáneas y una polarización (lineal o circular) de transmisión. Para optimizar las propiedades de conexión de radiofrecuencia totales, el sistema de antena desarrollado según esta invención es capaz de maximizar la señal de radiofrecuencia disponible en el puerto de salida de polarización lineal con las señales entrantes.

55 En modo de transmisión, una antena según esta invención está adaptada para transmitir una polarización angular lineal alineada con la orientación de la polarización lineal del sistema de recepción.

La presente invención se ha descrito con fines ilustrativos, pero no limitativos, según sus modos de realización preferidos, pero se ha de entender que los expertos en la materia pueden introducir modificaciones o cambios sin alejarse del correspondiente ámbito de protección, según se expone en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) para alinear electrónicamente la polarización de una antena (2; 2b) con la polarización de una señal recibida en ella o transmitida desde ella, dicha señal tiene dos componentes mutuamente ortogonales, un componente vertical (Cv) y un componente horizontal (Co), estando dicha antena (2) provista de un primer puerto (2') a través del cual se transporta dicho componente de polarización vertical (Cv) y de un segundo puerto (2'') a través del cual se transporta dicha componente de polarización horizontal (Co),

y dicho sistema comprende

una unidad de reajuste de polarización (5) conectada a dicho primer puerto (2') y a dicho segundo puerto (2'') de dicha antena (2; 2b), incluyendo una sección de radiofrecuencia (5a) provista de medios de desplazamiento de fase (16), medios de ajuste de amplitud (17) y medios de combinación (18, 19) para componentes verticales (Cvr) y horizontales (Cor) de la señal recibida, y una unidad de lógica de control (10) conectada a dicha unidad de reajuste de polarización (5), provista de medios (27) para la detección de la posición de dicha antena (2; 2b), mediante el cual dicha unidad lógica de control (10) calcula la falta de alineación entre la polarización de dicha señal recibida y la polarización de dicha antena (2; 2b) y controla dicha unidad de reajuste de polarización (5) para ajustar las operaciones de combinación, desplazamiento de fase y variación de amplitud de dicha sección de radiofrecuencia (5a) de forma que se obtengan componentes ortogonales de la señal recibida según una polarización alineada con la polarización de dicha antena (2, 2b), donde dicha sección de radiofrecuencia (5a) de dicha unidad de reajuste de polarización (5) incluye un par de amplificadores de nivel bajo de ruido (14), cada uno de los cuales está adaptado para amplificar uno de dichos componentes de polarización (Cvr, Cor) de dicha señal recibida, siendo la señal emitida desde cada amplificador de bajo ruido (14) transportada a lo largo de dos caminos separados por un diplexor respectivo (15), obteniendo un primer y un segundo componente vertical (Cvr1, Cvr2) a lo largo de las respectivas trayectorias de componentes verticales, y un primer y un segundo componente horizontal (Cor1, Cor2) a lo largo de las respectivas trayectorias de componentes horizontales, pasando, por cada uno de los cuatro componentes (Cvr1, Cvr2), por cada una de las cuatro trayectorias, a través de dicho dispositivo de desplazamiento de fase (16) y dicho dispositivo de atenuación o amplificación (17), conectados en serie entre sí, sumándose los cuatro componentes obtenidos (Cvr1, Cvr2 y Cor1, Cor2) mediante otros diplexores (18, 19) para combinar la señal del trayecto de dicho primer componente vertical (Cvr1) con la señal del trayecto de dicho segundo componente horizontal (Cor2), y la señal del trayecto de dicho segundo componente vertical (Cvr2) con la señal del trayecto de dicho primer componente horizontal (Cor1), dicha unidad de reajuste de polarización (5) está provista de un par de puertos de salida (5''', 5iv) con un par de convertidores de bajada (7) conectados a la misma, respectivamente, y dicha unidad de reajuste de polarización (5) está conectada a dicha unidad de control lógico (10) mediante una sección digital (5b) adaptada al ajuste de las operaciones de combinación, desplazamiento de fase y variación de amplitud de la misma de dicha sección de radiofrecuencia.

2. Sistema (1) según la reivindicación anterior, donde dicha antena (2; 2b) está adaptada para transmitir una señal que comprende un componente vertical y un componente horizontal que son mutuamente ortogonales y tienen amplitudes iguales o diferentes, según una polarización de transmisión, y donde el sistema también incluye una unidad de corrección de polarización (6) que recibe una señal de entrada que tiene un componente vertical (Cvt) y un componente horizontal (Cot) que son mutuamente ortogonales, estando dicha unidad de corrección de polarización (6) conectada a dicho primer puerto (2') y al segundo puerto (2'') de dicha antena (2; 2b) donde inyecta los componentes de la señal de transmisión, dicho sistema incluye también una segunda sección de radiofrecuencia (6a) provista de medios de desplazamiento de fase (16), medios de ajuste de amplitud (17,21) y medios (16) para separar los componentes vertical (Cvt) y horizontal (Cot) de dicha señal de entrada, estando dicha unidad de control lógico (10) conectada a dicha unidad de corrección de polarización (6) y adaptándose, en función de la posición detectada por dichos medios de detección de posición (27) de dicha antena (2; 2b), para calcular la falta de alineación de la polarización de dicha señal transmitida con respecto a la polarización de dicha antena (2; 2a) así como para controlar dicha unidad de corrección de polarización (6) de forma que se ajusten las operaciones de combinación, desplazamiento de fase y variación de amplitud de dicha segunda sección de radiofrecuencia (6a) para transmitir el componente vertical y el componente horizontal de la señal transmitida según dicha polarización de transmisión.

3. Sistema (1) según la reivindicación 2, donde dicha sección de corrección de polarización (6) incluye un dispositivo de separación (20) para separar los componentes de polarización (Cvt, Cot) de la señal que se va a transmitir, adaptado para transportar dichos componentes de polarización (Cvt, Cot) a lo largo de dos trayectos diferentes, cada uno de los cuales incluye un dispositivo de desplazamiento (16), uno o más dispositivos de atenuación o amplificación conectados en serie (17,21) y un amplificador de nivel bajo de ruido (14'), antes de que dichos componentes alcancen los puertos (2', 2'') de dicha antena (2; 2b).

4. Un sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, donde dicha unidad de corrección de polarización (6) está provista de un puerto de entrada (6''') que tiene un convertidor de frecuencia (8) conectado a él.

5. Sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde dicha unidad de corrección de polarización (6) está conectada a dicha unidad lógica de control (10) mediante una sección digital (6b) adaptada para ajustar las operaciones de combinación, desplazamiento de fase y variación de amplitud de dicha segunda sección de

radiofrecuencia (6a).

6. Sistema (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, que comprende además

5 un primer dispositivo de combinación de radiofrecuencia (3) que funciona como un diplexor, que tiene un primer puerto común (3') y un par de primeros puertos de salida (3",3""), estando dicho primer puerto común (3') conectado a dicho primer puerto (2') de dicha antena (2;2b), uno (3") de dichos primeros puertos de salida (3",3""), estando conectado a un puerto de salida (6') de dicha unidad de corrección de polarización (6) y el otro puerto de salida (3""), estando conectado a un puerto de entrada (5') de dicha unidad de reajuste de polarización (5); y un segundo dispositivo de combinación de radiofrecuencia (4) que funciona como diplexor, que tiene un segundo puerto común (4') y un par de segundos puertos de salida (4",4""), estando dicho segundo puerto común (4') conectado a dicho segundo puerto (2") de dicha antena (2;2b), uno (4") de dichos segundos puertos de salida (4",4""), estando conectado a un puerto de salida (6") de dicha unidad de corrección de polarización (6) y el otro puerto de salida (4""), estando conectado a un puerto de entrada (5") de dicha unidad de reajuste de polarización (5).

15 7. Sistema (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha unidad lógica de control (10) incluye medios de proceso (22), conectados a dichos medios de detección de posición (27), adaptados para procesar los datos detectados por ellos;

20 medio de interfaz (12) conectado a dicho medio de tratamiento (22), adaptado para que el sistema (1) pueda ser controlado por un operador; y medios de almacenamiento de datos (23,24), conectados a dichos medios de tratamiento (22) y adaptados para apoyar sus operaciones de tratamiento.

25 8. Sistema (1) según la reivindicación 7, que se adapta además para gestionar operaciones de alineación de polarización lineal basadas, como mínimo, en una primera señal de ajuste transmitida por dichos medios de interfaz (12).

30 9. Sistema según la reivindicación 7 u 8, que se adapta además para recibir señales de polarización circular, posiblemente dos señales de polarización circular simultáneas, basadas en una segunda señal de ajuste transmitida por dichos medios de interfaz (12).

35 10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, cuando, dependiendo de la reivindicación 5, se adapte además para transmitir señales de polarización circular, posiblemente dos señales de polarización circular simultánea, basadas, como mínimo, en una tercera señal de ajuste transmitida por dichos medios de interfaz (12).

11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichos medios de detección de posición incluyen un receptor GPS (27) adaptado para detectar la posición espacial de dicha antena (2;2b).

40 12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichos medios de detección de posición incluyen un giróscopo adaptado para detectar el ajuste de dicha antena (2;2b).

13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicha antena (2b) es un conjunto de antenas.

45 14. Sistema según la reivindicación 13, en el cual dicho sistema de antenas (2b) utiliza elementos radiantes de tipo bocina (2a).

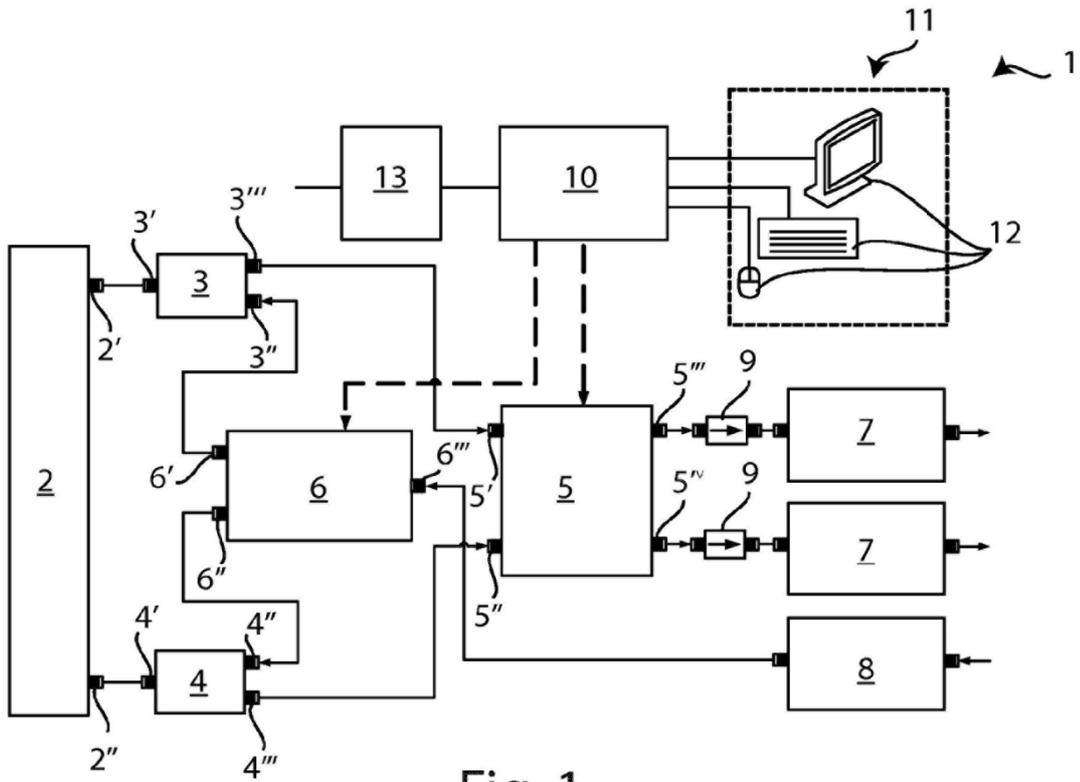


Fig. 1

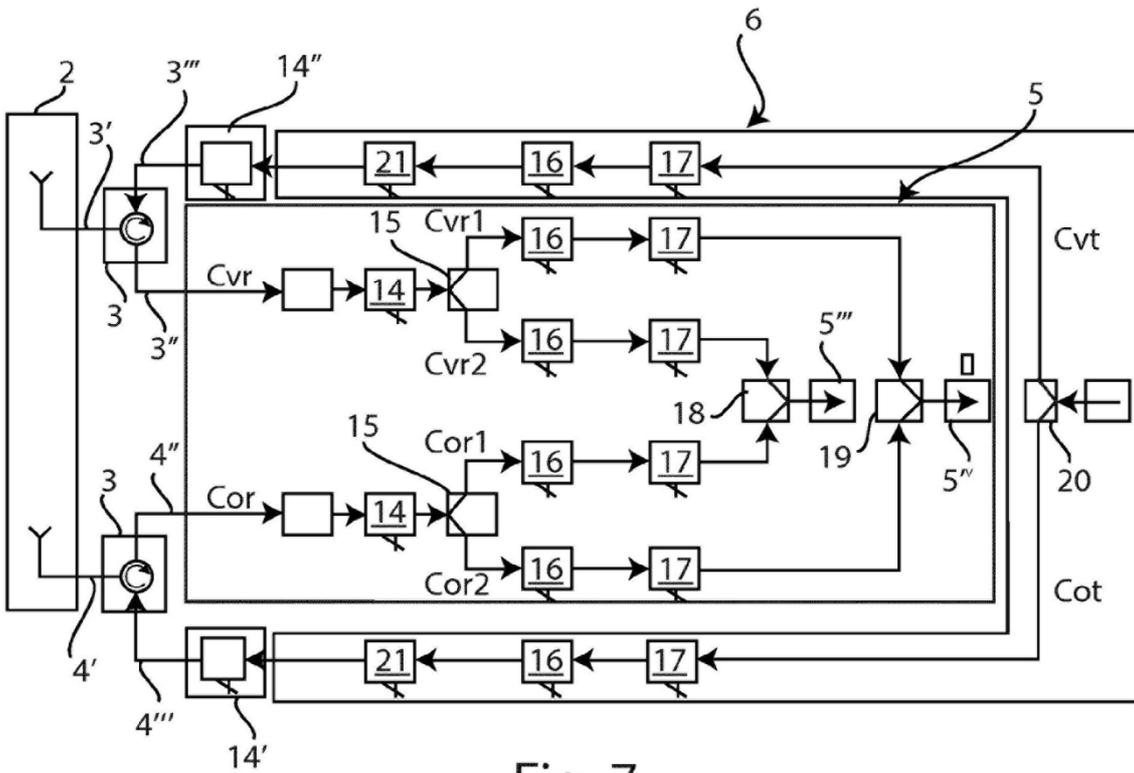


Fig. 7

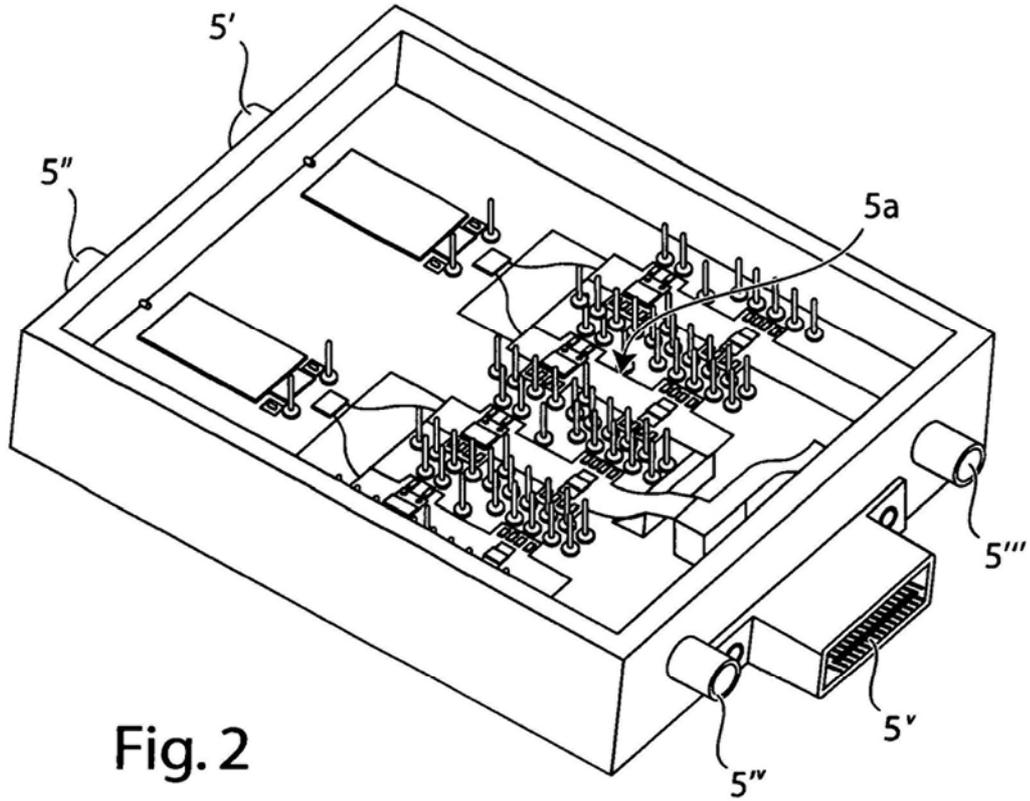


Fig. 2

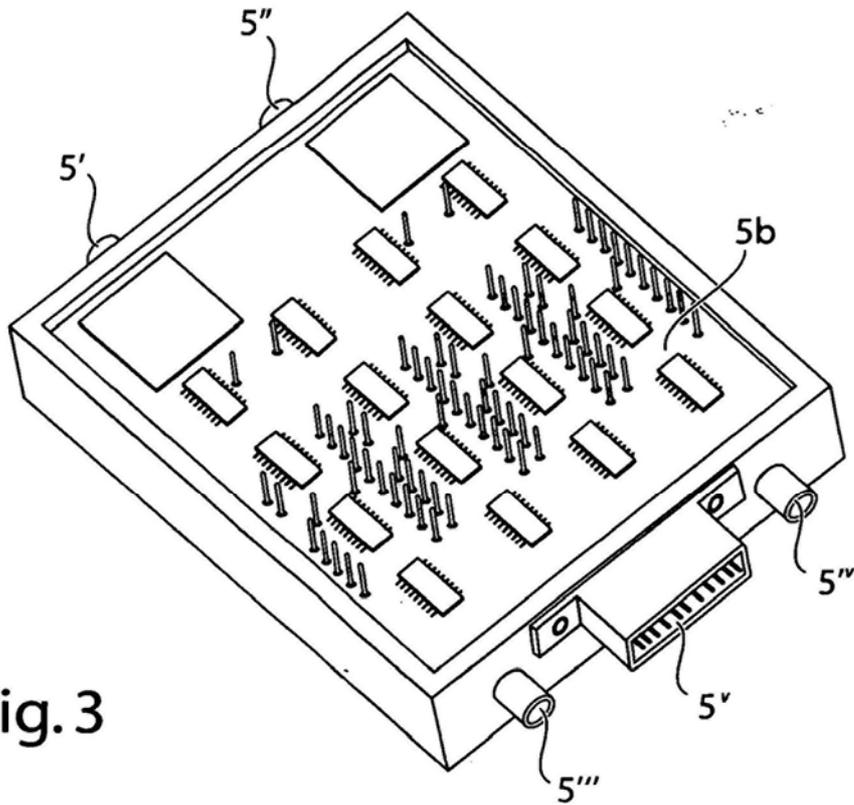


Fig. 3

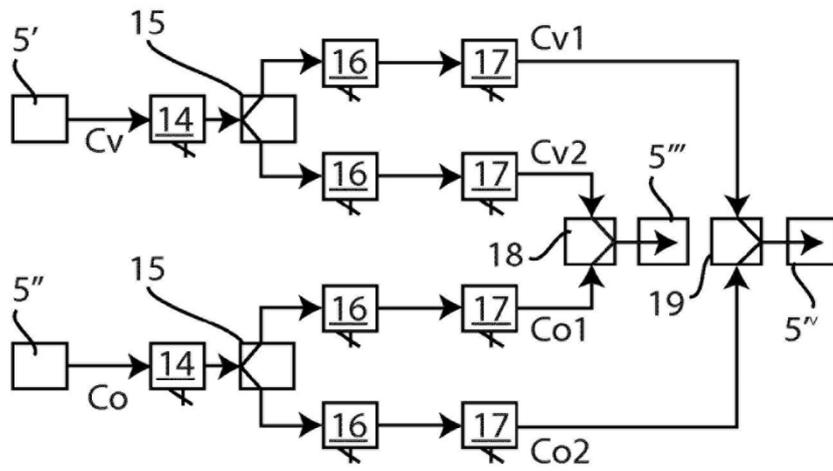


Fig. 4

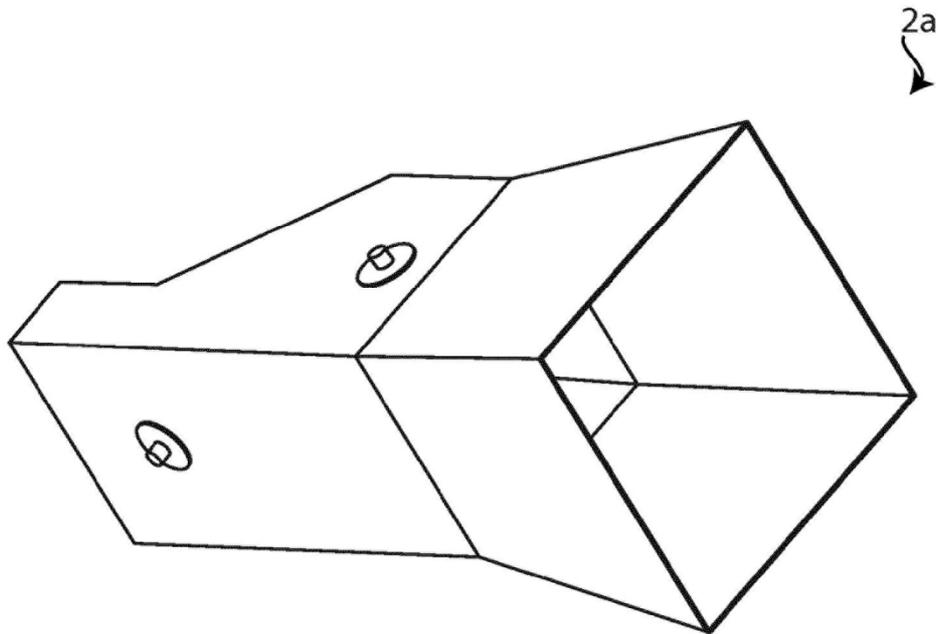


Fig. 11

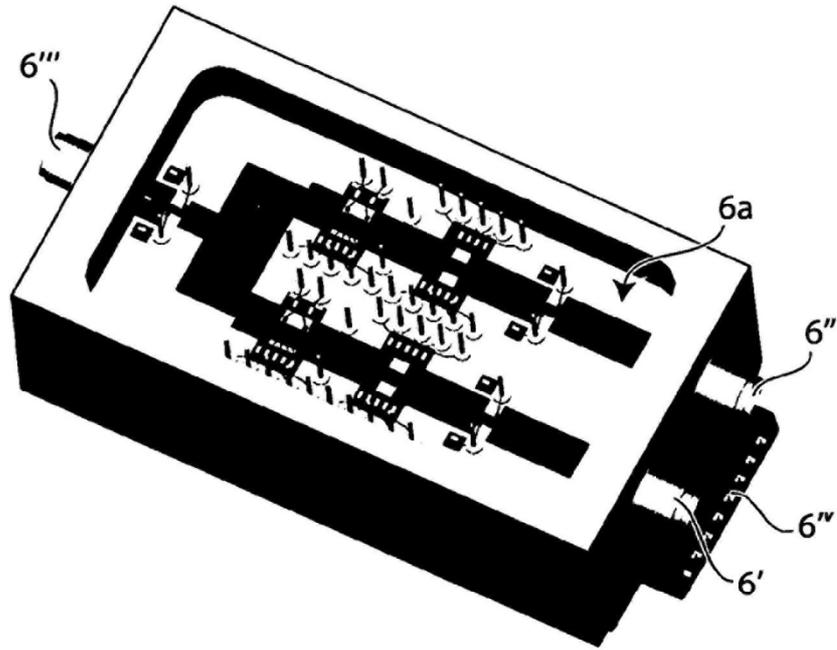


Fig. 5

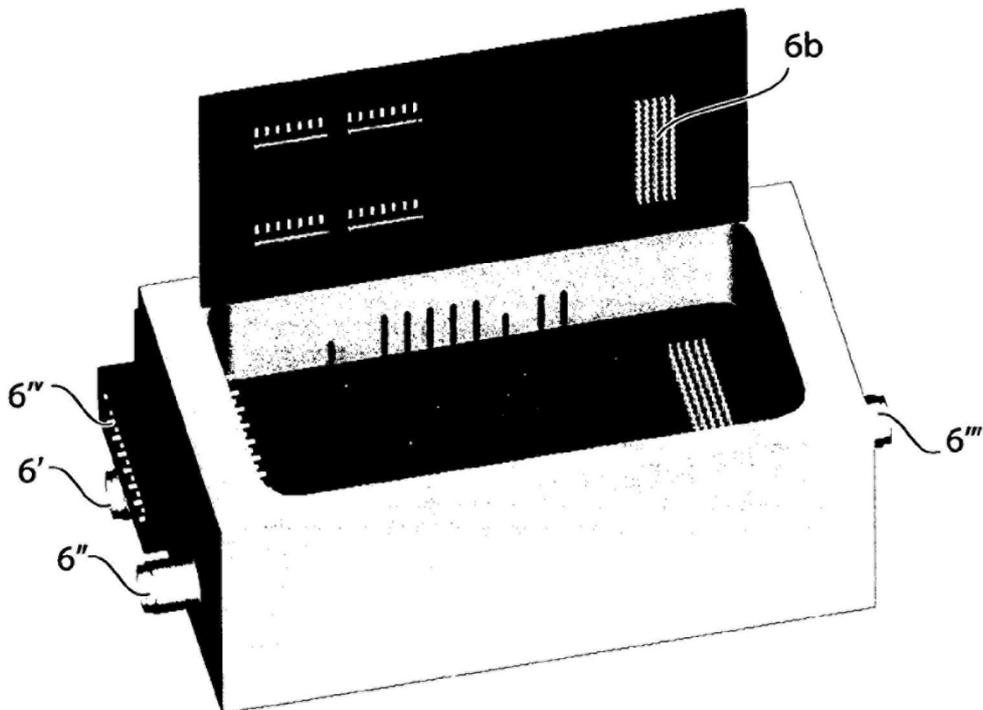


Fig. 6

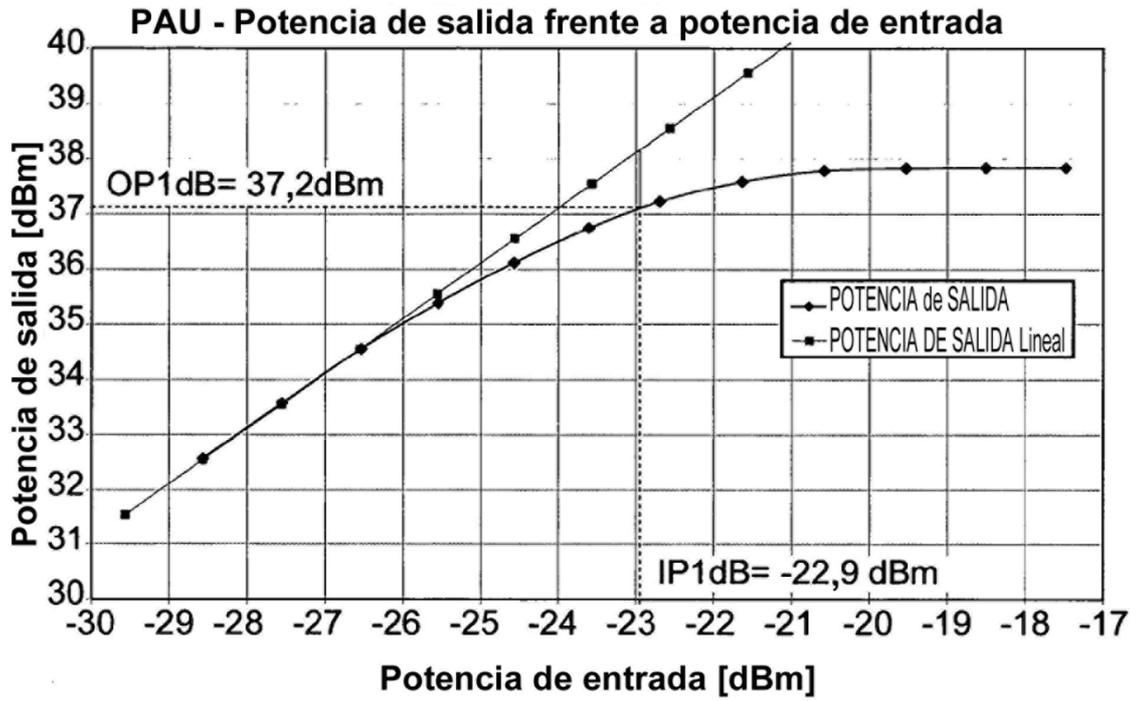


Fig. 8

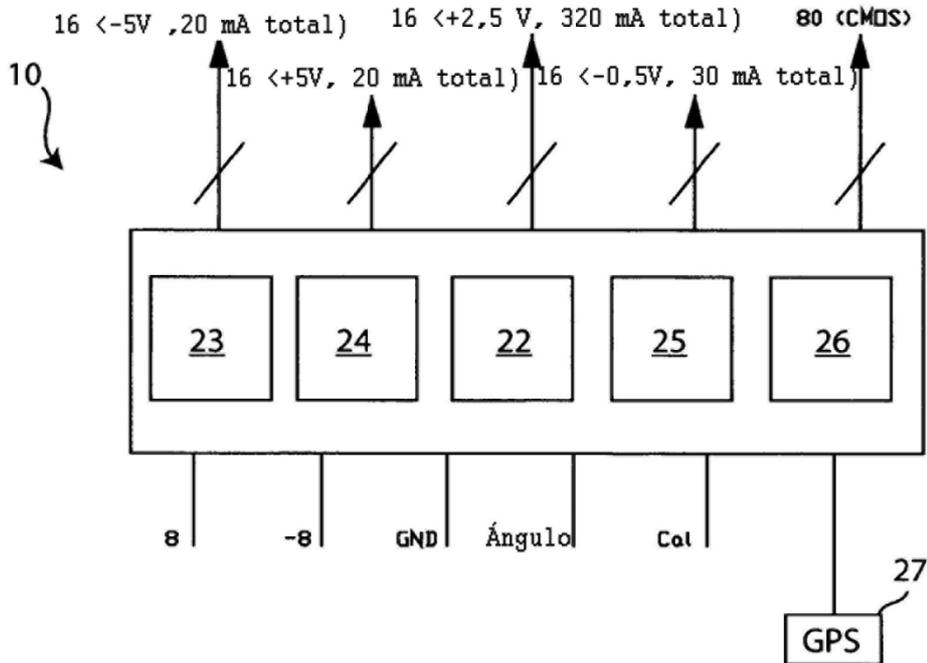


Fig. 9

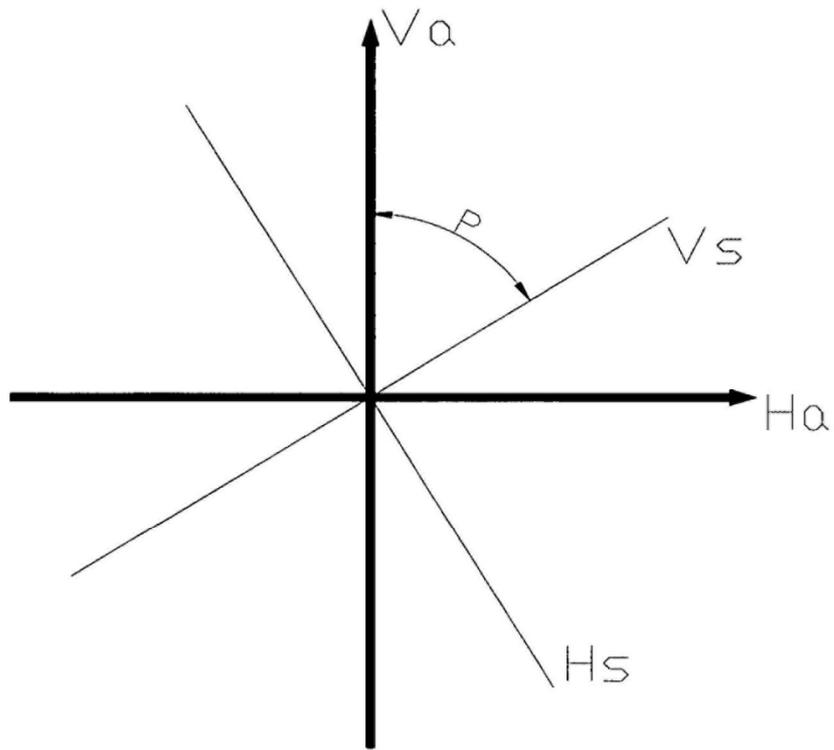


Fig. 10

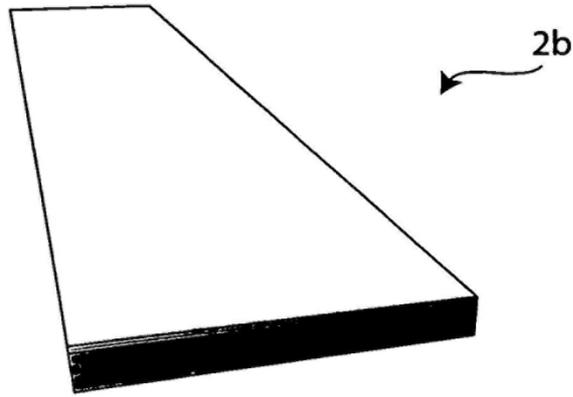


Fig. 12

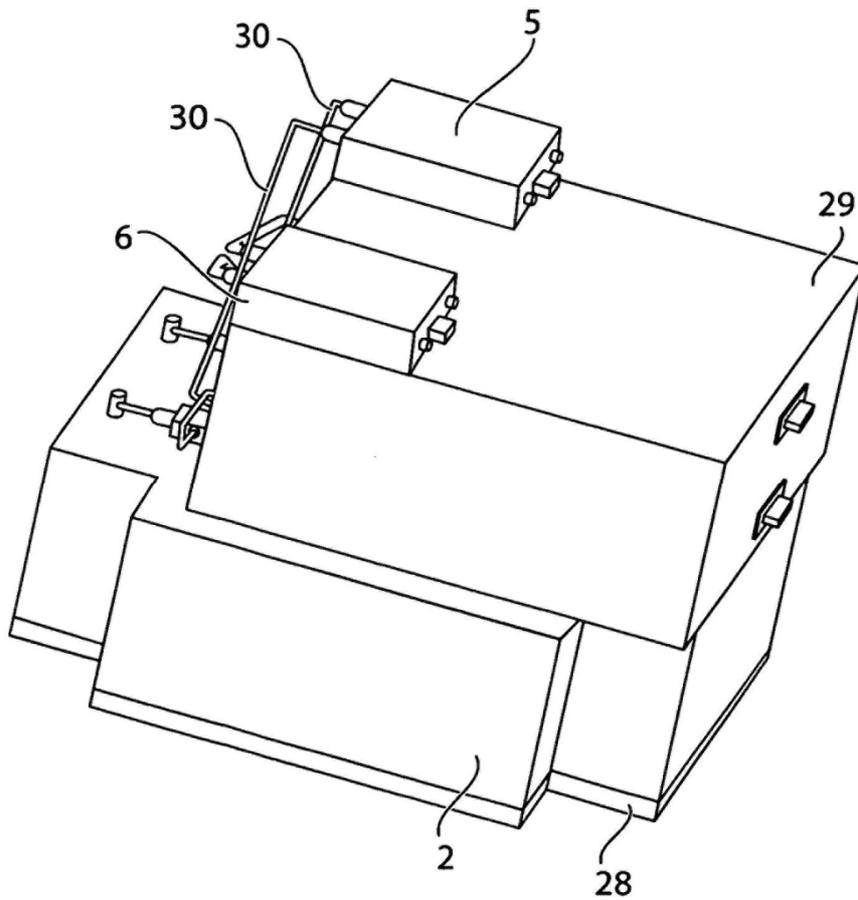


Fig. 13