

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 128**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/20 (2006.01)

H01Q 5/00 (2015.01)

H01Q 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2010 E 10164320 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.01.2017 EP 2270922**

54 Título: **Antena con flexibilidad de misión, satélite que consta de dicha antena y procedimiento de control del cambio de misión de dicha antena**

30 Prioridad:

19.06.2009 FR 0902996

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

05.07.2017

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**BOSSHARD, PIERRE;
LEPELTIER, PHILIPPE;
DEPEYRE, SERGE y
NAVARRE, GILLES**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 622 128 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

Antena con flexibilidad de misión, satélite que consta de dicha antena y procedimiento de control del cambio de misión de dicha antena

5 La presente invención se refiere a una antena con flexibilidad de misión y, en particular, de apuntamiento, de polarización y de frecuencia. Se refiere también a un satélite que consta de dicha antena y a un procedimiento de control del cambio de misión de dicha antena.

Se aplica en particular al campo de las antenas de telecomunicación por satélite.

10 La duración creciente de vida útil de los satélites de telecomunicaciones y la evolución de las exigencias asociadas a las diferentes misiones que se les pueden confiar, impone que las cargas útiles, y en particular las antenas, de las futuras generaciones de satélites sean flexibles. Esta flexibilidad se puede realizar al nivel de la zona de cobertura geográfica de la antena como se describe, por ejemplo, en los documentos US 6 441 794, FR 2 648 278 y EP 0 845 833 y/o al nivel de la polarización y/o al nivel de la banda de frecuencias de funcionamiento como se describe, por ejemplo, en el documento US 3 534 375. Esta flexibilidad permite poder elegir entre varias configuraciones de funcionamiento de la antena y poder modificar, en órbita, la misión del satélite.

15 Las antenas colocadas a bordo de los satélites constan tradicionalmente de unos reflectores, geoméricamente formados, iluminados por una fuente única para cubrir unas amplias zonas de cobertura apuntando a la Tierra. Un subsistema de antena consta por lo general de una antena de emisión y de recepción, o de una antena de emisión y una antena de recepción, por zona de cobertura. La forma geométrica del reflector puede eventualmente definirse de forma que se optimice para varias posiciones orbitales del satélite.

20 Cuando las direcciones en las que se apunta son diferentes, pero las formas de coberturas son contiguas, es posible colocar dos fuentes una junto a la otra en el foco del reflector y formar geoméricamente el reflector de forma que se obtenga un equilibrio de rendimientos entre las dos zonas de coberturas. El desacoplamiento espacial de los haces irradiados entre las dos zonas de cobertura se realiza entonces mediante la distancia angular que separa los dos puntos iluminados por las dos fuentes. La optimización de una antena en varias zonas de cobertura degrada el
25 rendimiento de directividad, pudiendo esta degradación superar 1 dB cuando las fuentes están muy desfocalizadas, lo que se traduce para una arquitectura clásica y con unos amplificadores dados, en una reducción, del mismo valor, de la PIRE (potencia isotrópica radiada equivalente).

30 Por otra parte, también es posible modificar y orientar el apuntamiento de un punto en la Tierra utilizando unas pequeñas antenas con apuntamiento mecánico. Sin embargo, esto necesita arrastrar mecánicamente todos los elementos de la estructura de la antena y, en particular, el reflector y las fuentes, lo que es complejo de implementar e impone la utilización de guías de ondas flexibles.

35 El cambio de la orientación de la polarización lineal de una antena de satélite o el cambio de una polarización lineal a una polarización circular puede realizarse utilizando dos fuentes, por ejemplo dos bocinas, alimentadas respectivamente en polarización lineal y circular y colocadas delante de un reflector sobredimensionado. Las dos fuentes se posicionan lo más cerca posible del reflector para reducir las pérdidas causadas por el desenfoque de las fuentes y las pérdidas en directividad de la antena que se derivan de esto. Otra posibilidad consiste en utilizar una única fuente unida a una arquitectura eléctrica compleja que combina dos cadenas de radiofrecuencia, funcionando la primera en polarización circular, la segunda en polarización lineal. Esta arquitectura provoca problemas de
40 fiabilidad, un aumento de las pérdidas óhmicas significativas relacionadas con la complejidad de la cadena RF y un importante coste de realización.

45 El objetivo de la invención es realizar una antena óptima que permite responder a las necesidades de flexibilidad en apuntamiento, en polarización y en frecuencia y que permiten bien suprimir las pérdidas causadas por el desenfoque cuando las coberturas son fijas, o bien limitar las aberraciones y las pérdidas causadas por el desenfoque cuando la antena debe funcionar en unas coberturas que pueden cambiar, llamándose a los puntos correspondientes puntos móviles.

Otro objetivo de la invención es realizar una antena fácil de implementar y con una geometría que no es el resultado de un equilibrio relacionado con las necesidades de flexibilidad y que permite reducir las pérdidas óhmicas con respecto a las soluciones anteriores.

50 Para ello, la invención se refiere a una antena con flexibilidad de misión que consta de un reflector y al menos de una primera fuente y de una segunda fuente de señales de radiofrecuencia dispuestas delante del reflector, como se ha definido en particular en la reivindicación 1.

La invención también se refiere a un satélite de telecomunicación, que consta al menos de dicha antena con flexibilidad de misión.

55 La invención también se refiere a un procedimiento de control del cambio de misión de dicha antena con flexibilidad de misión.

De este modo, la flexibilidad de polarización y/o de plano de frecuencia y/o de apuntamiento está asegurada por unos mecanismos de desplazamiento y de orientación del reflector, por ejemplo montados sobre los brazos de despliegue, que permiten la colocación del foco del reflector en el centro de fase de una de las fuentes.

5 Si la flexibilidad de apuntamiento se refiere a la misma cobertura, el movimiento del reflector que permite el paso del centro de fase desde la primera fuente F1 al centro de fase de la segunda fuente F2, consiste en trasladar al reflector sin rotación una distancia que es rigurosamente igual a la que separa los centros de fase de las dos fuentes.

Si la necesidad de flexibilidad se refiere a unas coberturas diferentes, el movimiento relativo del reflector consiste en una traslación asociada a una o varias rotaciones.

10 Se mostrarán claramente otras particularidades y ventajas de la invención a continuación en la descripción dada a título de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo, en referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:

- figura 1: un esquema de un ejemplo de antena montada sobre la plataforma de un satélite, en una primera posición en la cual la fuente F1 está en el foco del reflector, según la invención;
- 15 - figuras 2a, 2b: dos esquemas de la misma antena en una segunda posición, respectivamente en una tercera posición, según la cual la fuente F2, respectivamente la fuente F3, está en el foco del reflector para una misma dirección de apuntamiento, según la invención;
- figuras 3a, 3b, 3c: unos esquemas de la misma antena para tres direcciones de apuntamiento diferentes, según la invención;
- 20 - figura 4a: un esquema que muestra un ejemplo de direcciones de apuntamiento idénticas obtenidas con dos fuentes diferentes, según la invención;
- figura 4b: un esquema que muestra un ejemplo de zonas de cobertura en el suelo para tres direcciones diferentes de apuntamiento en el ecuador, obtenidas con tres fuentes diferentes colocadas sucesivamente en el foco del reflector, según la invención;
- 25 - figura 5: un esquema que muestra un ejemplo de cobertura total del ecuador con tres fuentes colocadas sucesivamente en el foco del reflector, según la invención;
- figura 6: un esquema de un ejemplo de cobertura total de la Tierra obtenida con tres fuentes colocadas sucesivamente en el foco del reflector, según la invención.

30 En el ejemplo representado en la figura 1, la antena consta de un reflector 10 montado en la plataforma 11 de un satélite por medio de un brazo de despliegue articulado 13, 14, 15 y al menos de dos fuentes independientes F1, F2,..., Fn de señales de radiofrecuencia dispuestas delante del reflector. Las fuentes, por ejemplo de tipo bocinas, están fijadas sobre una estructura de soporte 12 preparada sobre la plataforma 11 y están dispuestas según una configuración fija predeterminada, por ejemplo unas junto a otras. Las fuentes F1 a Fn pueden en determinados casos estar colocadas unas sobre las otras o en cualquier otra configuración.

35 La antena consta, además, de al menos un mecanismo de desplazamiento y de orientación del reflector 10 que permite colocar el foco del reflector en el centro de fase de una de las fuentes. El mecanismo de desplazamiento y de orientación del reflector, montado por ejemplo en el brazo 13, 14, 15 de despliegue del reflector 10, consta de tres motores M1, M2, M3 paso a paso asociados a unos brazos de palanca correspondientes. El número de motores y el número de fuentes depende de los tipos de misión que el satélite debe realizar. Por ejemplo, tres motores M1, M2, M3 y tres fuentes F1, F2, Fn se representan en la figura 1. El motor M1 es solidario con la plataforma 11 y está unido al motor M2 por un primer brazo de palanca 13, los motores M2 y M3 están unidos entre sí por un segundo brazo 14 de palanca, el motor M3 está unido al reflector 10 por un tercer brazo 15 de palanca. El primer brazo de palanca, el segundo brazo de palanca y el tercer brazo de palanca constituyen tres partes articuladas del brazo de despliegue. La forma geométrica de la superficie reflectante del reflector 10 tiene aproximadamente el aspecto de una parábola y solo se diferencia ligeramente de esta. Esta forma se optimiza para iluminar una zona de cobertura en el suelo con unas dimensiones predeterminadas cuando una única fuente está colocada en su foco. Los motores montados sobre el brazo de palanca permiten a la vez desplazar y orientar al reflector 10 en función de la misión que tiene que realizar la antena, pero también plegar el reflector en una posición de almacenamiento contra la plataforma 11 en caso de una inactividad prolongada de la antena.

45 Las fuentes F1 a Fn pueden alinearse como se representa, en aras de la simplificación, en las diferentes figuras o colocarse en unas configuraciones en dos dimensiones, como por ejemplo en triángulo. Cuando las fuentes están alineadas, la flexibilidad de polarización y/o de frecuencia solo es posible en un plano y las zonas de cobertura, obtenidas con las diferentes fuentes, están alineadas. Cuando las fuentes se colocan en unas configuraciones de dos dimensiones, es posible tener una flexibilidad de polarización en varios planos.

55 Para obtener una flexibilidad de polarización y/o de frecuencia en una misma zona de cobertura, sin pérdidas ni aberraciones a causa de un desenfoque, la invención consiste en utilizar varias fuentes alimentadas por medio de diferentes cadenas RF1, RF2,..., RFn de alimentación con señales de radiofrecuencia. Al ser cada cadena de radiofrecuencia específica para unas funciones de telecomunicación que corresponden a una polarización predeterminada, esta es óptima lo que permite una reducción muy importante de las pérdidas óhmicas con respecto

a las arquitecturas eléctricas que utilizan combinaciones de dos cadenas de radiofrecuencia. De este modo, las diferentes fuentes F1 a Fn se pueden alimentar en polarizaciones diferentes y/o en unos planos de frecuencia diferentes. La invención consiste a continuación en seleccionar una fuente en función del tipo de polarización y de frecuencia deseada y a continuación en desplazar y orientar al reflector de forma que el centro de fase de la fuente seleccionada se posicione en el foco del reflector y que el reflector ilumine la zona de cobertura seleccionada.

Si la necesidad de flexibilidad se refiere a la misma zona de cobertura como se representa en la figura 4a, para cambiar de misión, la invención consiste en trasladar, sin rotación, al reflector desde una primera posición 10a en la cual el foco del reflector está colocado en el centro 5 de fase de la primera fuente F1 hacia una segunda posición 10b en la cual el foco del reflector está colocado en el centro de fase 6 de la segunda fuente F2. La distancia de desplazamiento del reflector en traslación es rigurosamente igual a la distancia D1 que separa los centros 5, 6 de fase de las dos fuentes F1, F2.

Si la necesidad de flexibilidad se refiere a unas zonas de cobertura diferentes como se representa en la figura 4b, para cambiar de misión, el movimiento del reflector es una traslación combinada con una o varias rotaciones.

A título de ejemplo, F1 puede alimentarse en una polarización lineal y funcionar en la banda Ku de frecuencias, F2 puede alimentarse en una polarización circular y funcionar en la banda Ku de frecuencias, F3 puede alimentarse en una polarización lineal desplazada $7,5^\circ$ y funcionar en la banda Ku+ de frecuencias.

En la configuración inicial representada en la figura 1, el centro de fase 5 de la fuente F1 está posicionado en el foco del reflector 10 que apunta en una dirección 16 de apuntamiento situada, por ejemplo, en el ecuador terrestre. Si la fuente F1 se alimenta, por ejemplo, con una señal polarizada linealmente por medio de una primera cadena RF1 de radiofrecuencia y la fuente F2 está, por ejemplo, unida a una segunda cadena RF2 de radiofrecuencia que permite una polarización circular, para pasar de la polarización lineal a la polarización circular sin cambiar el apuntamiento de la antena, la invención consiste en conmutar la alimentación de la fuente F1 con la fuente F2 y en desplazar al reflector en traslación, una distancia D1, desde la fuente F1 hacia la fuente F2 para posicionar el foco del reflector 10 en el centro 6 de fase de la fuente F2, como se representa en la figura 2a. Para llevar al reflector delante de la fuente F2 sin cambiar la dirección 16 de apuntamiento de la antena, la invención consiste en accionar los motores M1, M2, M3 en rotación. Para ello, como se representa en las figuras, cuando las fuentes están alineadas, los tres motores pueden por ejemplo tener unos ejes de rotación casi paralelos entre sí y perpendiculares al plano de desplazamiento del reflector. El accionamiento del motor M1 en rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj arrastra al primer brazo 13 en rotación en el mismo sentido lo que tiene como efecto alejar al motor M2, al motor M3 y al reflector 10 de la plataforma 11 del satélite y desplazar de este modo al reflector 10 desde la fuente F1 hacia la fuente F2. El accionamiento en rotación de los motores M2 y/o M3 en el sentido de las agujas del reloj permite a continuación oscilar el reflector 10 en rotación hasta que esté en una posición paralela a su posición inicial y que el centro 6 de fase de la fuente F2 esté de este modo posicionado en el foco del reflector 10 e ilumine la misma zona de cobertura en la Tierra. Las rotaciones sucesivas de los diferentes motores M1, M2 y/o M3 hacen de este modo que el reflector 10 experimente una traslación tal que su foco pase de la fuente F1 a la fuente F2. Como se representa en la figura 2b, las mismas operaciones pueden reproducirse con otra fuente como la fuente F3, por ejemplo para cambiar de plano de frecuencia de funcionamiento si la fuente F3 está unida a una tercera cadena RF3 de radiofrecuencia optimizada para otro plano de frecuencia distinto del de las fuentes F1 y F2.

Del mismo modo, los tres motores permiten también obtener una flexibilidad de apuntamiento y poder cambiar una zona de cobertura cambiando de fuentes, como se representa en las figuras 3a, 3b, 3c y la figura 4b. En la figura 3a, el centro 5 de fase de la fuente F1 está colocado en el foco del reflector 10 que apunta en una primera dirección 20 en una primera zona 23 por ejemplo situada en el ecuador. Para cambiar de cobertura, basta con accionar el motor M1 en rotación para alejar al reflector de la plataforma 11 de forma que el centro 6 de fase de la fuente F2 esté colocado en el foco del reflector y a continuación los motores M2 y M3 para orientar al reflector en una segunda dirección de apuntamiento 21 en una segunda zona 24 de cobertura, como se representa en la figura 3b. En este caso, el reflector ha experimentado una traslación y una rotación con respecto a su posición inicial de la figura 3a y no es, por lo tanto, paralelo a esta posición inicial. Las mismas operaciones en los motores M1, M2, M3 pueden realizarse para desplazar el reflector 10 hacia la tercera fuente F3 de forma que el centro 7 de fase de la fuente F3 esté colocado en el foco del reflector y orientarlo en una tercera dirección 22 de apuntamiento que corresponde a una tercera zona 25 de cobertura en el ecuador. La figura 4b muestra las tres posiciones 10a, 10b, 10c diferentes del reflector 10 cuando las diferentes fuentes F1, F2, F3 están colocadas en su foco y para tres direcciones 20, 21, 22 diferentes de apuntamiento en el ecuador. Las zonas 23, 24, 25 de cobertura representadas en el ejemplo de la figura 4b corresponden a unas desviaciones de apuntamiento sucesivas separadas un ángulo de 3° y a una configuración en la cual las tres fuentes F1, F2, F3 están alineadas. El espaciado D entre los centros de fase de la primera fuente F1 y de la última fuente F3 depende directamente de la distancia focal del reflector 10 y de la separación angular entre las coberturas.

Las tres zonas 23, 24, 25 de coberturas representadas en la figura 4b no son contiguas. Se pueden obtener unas zonas de coberturas adicionales situadas entre las zonas no contiguas utilizando las mismas fuentes F1, F2, F3 colocadas sucesivamente en el foco del reflector 10. La figura 5 muestra un ejemplo de zonas de coberturas contiguas en el ecuador obtenidas con tres fuentes F1, F2, F3. Por ejemplo, en la figura 5, las dos zonas 26, 27 situadas entre las zonas 23 y 24 pueden obtenerse con la misma fuente F1 colocada en el foco del reflector 10, y

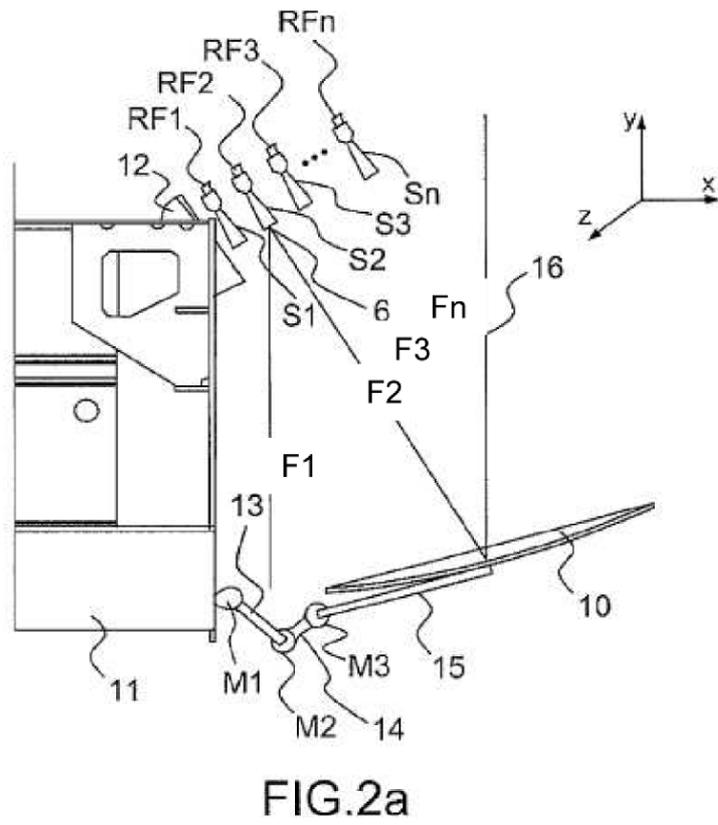
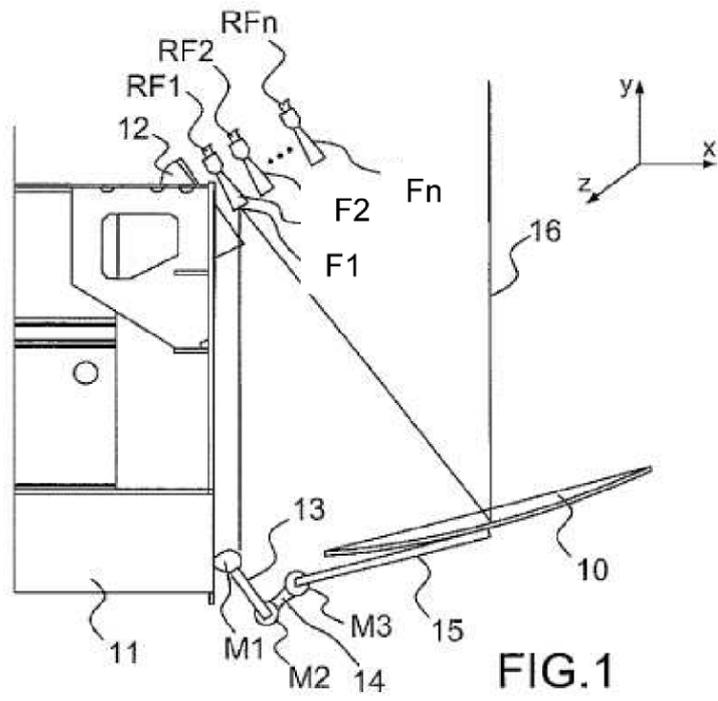
modificando solamente la orientación del reflector 10 para cambiar la dirección de apuntamiento. En este caso, solo los motores M2 y/o M3 se accionan en rotación, no moviéndose el motor M1.

5 Los tres motores M1, M2, M3 permiten realizar una flexibilidad de apuntamiento en la dirección Este-Oeste. Añadiendo un cuarto motor, no representado, de eje perpendicular a los ejes de los motores M1, M2, M3, es posible modificar el ángulo de orientación del reflector 10 en la dirección Norte-Sur. Al colocar el foco del reflector 10 sucesivamente en el centro de fase de cada una de las tres fuentes F1, F2, F3, es por tanto posible asegurar unos apuntamientos sucesivos en diferentes zonas localizadas en la dirección Norte-Sur y realizar de este modo una cobertura completa de la Tierra como se representa, por ejemplo, en la figura 6.

10 Aunque se ha descrito la invención en relación con unas formas particulares de realización, es evidente que esta no está en modo alguno limitada a estas y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Antena con flexibilidad de misión que consta de un reflector y al menos de una primera fuente (F1) y de una segunda fuente (F2) de señales de radiofrecuencia dispuestas delante del reflector, presentando el reflector (10) un foco y presentando cada fuente un centro de fase, en la cual las fuentes (F1, F2) son independientes, fijas y están conectadas a unas cadenas (RF1, RF2) de alimentación de radiofrecuencia distintas que definen unas características de polarización y/o de frecuencia de funcionamiento diferentes y predefinidas, constandingo la antena además de unos medios (M1, M2, M3) de desplazamiento y de orientación del reflector (10) desde una primera posición (10a) según la cual el foco del reflector (10) se coloca en el centro (5) de fase de la primera fuente (F1) hacia una segunda posición (10b) según la cual el foco del reflector(10) se coloca en el centro (6) de fase de la segunda fuente (F2), **caracterizada porque** el reflector es un único reflector y **porque** los medios (M1, M2, M3) de desplazamiento y de orientación del reflector (10) constan de tres motores conectados entre sí por unos brazos (13, 14, 15) de palanca.
2. Antena según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los centros (5, 6) de fase de las dos fuentes (F1, F2) están separadas una distancia (D1) predeterminada y **porque** el desplazamiento del reflector (10) es una traslación realizada una distancia igual a la distancia D1 que separa los centros de fase de las dos fuentes (F1, F2).
3. Antena según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el desplazamiento del reflector (10) es una traslación combinada con una o varias rotaciones, estando el reflector (10) en la segunda posición (10b) orientado en una segunda dirección (21) de apuntamiento diferente de una primera dirección (20) de apuntamiento del reflector (10) en la primera posición (10a).
4. Antena según la reivindicación 1 **caracterizada porque** los brazos (13, 14, 15) de palanca son tres partes de un brazo de despliegue articulado del reflector (10).
5. Satélite de telecomunicación, **caracterizado porque** consta al menos de una antena según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
6. Procedimiento de control del cambio de misión de una antena con flexibilidad de misión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, constandingo la antena de un único reflector y al menos de una primera fuente (F1) y de una segunda fuente (F2) de señales de radiofrecuencia dispuestas delante del reflector, presentando el reflector un foco y presentando cada fuente un centro de fase, **caracterizado porque** consiste en articular el reflector por medio de tres motores (M1, M2, M3) unidos entre sí por unos brazos (13, 14, 15) de palanca, en fijar las fuentes (F1, F2) y en unirlos a unas cadenas (RF1, RF2) de alimentación de radiofrecuencia distintas que definen unas características de polarización y/o de frecuencia de funcionamiento diferentes y predefinidas, en seleccionar una fuente (F1, F2) en función del tipo de misión deseada y a continuación en desplazar y/u orientar al reflector (10) de forma que el centro (5, 6) de fase de la fuente seleccionada (F1, F2) se posicione en el foco del reflector (10) y que el reflector (10) esté orientado en una dirección (16, 21) de apuntamiento seleccionada e ilumine una zona (23, 24) de cobertura correspondiente.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** cuando el cambio de misión se refiere a una misma zona de cobertura, el desplazamiento del reflector (10) es una traslación, sin rotación, de una primera posición en la cual el foco del reflector (10) está colocado en el centro de fase (5) de la primera fuente (F1) hacia una segunda posición según la cual el foco del reflector (10) está colocado en el centro (6) de fase de la segunda fuente (F2), realizándose la traslación una distancia rigurosamente igual a la distancia (D1) que separa a los centros (5, 6) de fase de las dos fuentes (F1, F2).
8. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** cuando el cambio de misión se refiere a unas zonas de cobertura diferentes, el desplazamiento del reflector (10) es una traslación combinada con una o varias rotaciones desde una primera posición según la cual el foco del reflector se coloca en el centro (5) de fase de la primera fuente (F1) hacia una segunda posición según la cual el foco del reflector (10) se coloca en el centro (6) de fase de la segunda fuente (F2).



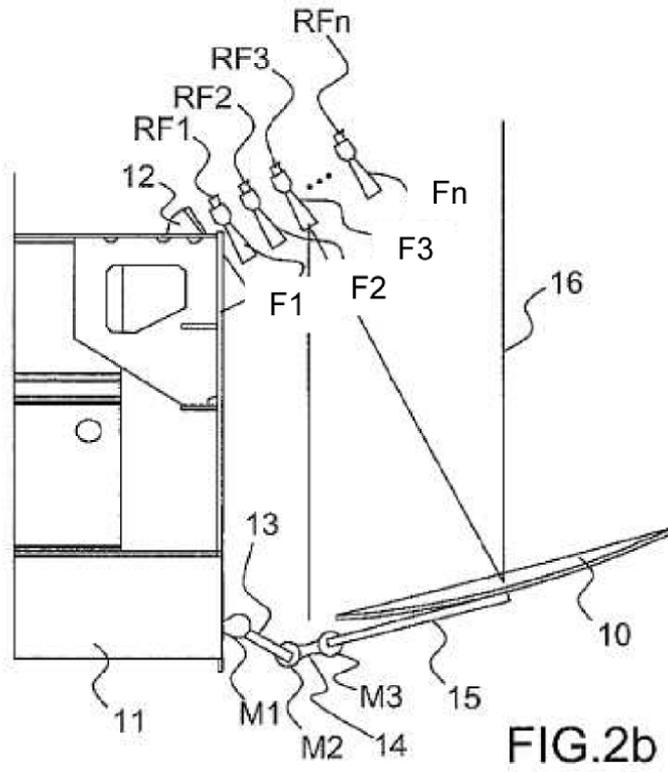


FIG.2b

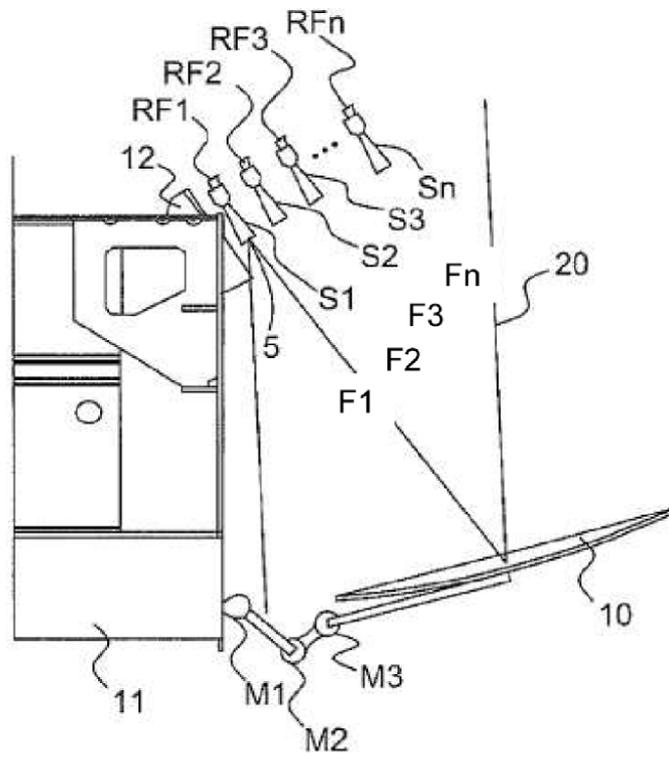


FIG.3a

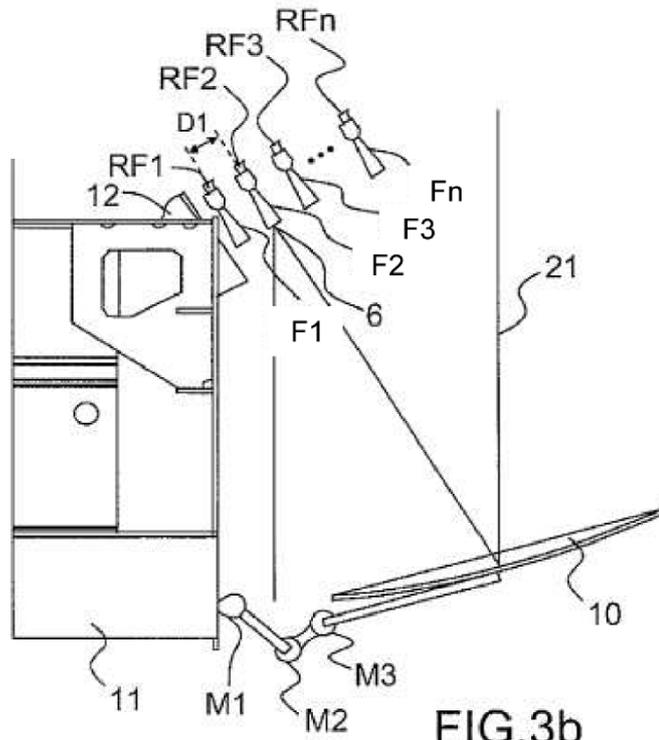


FIG.3b

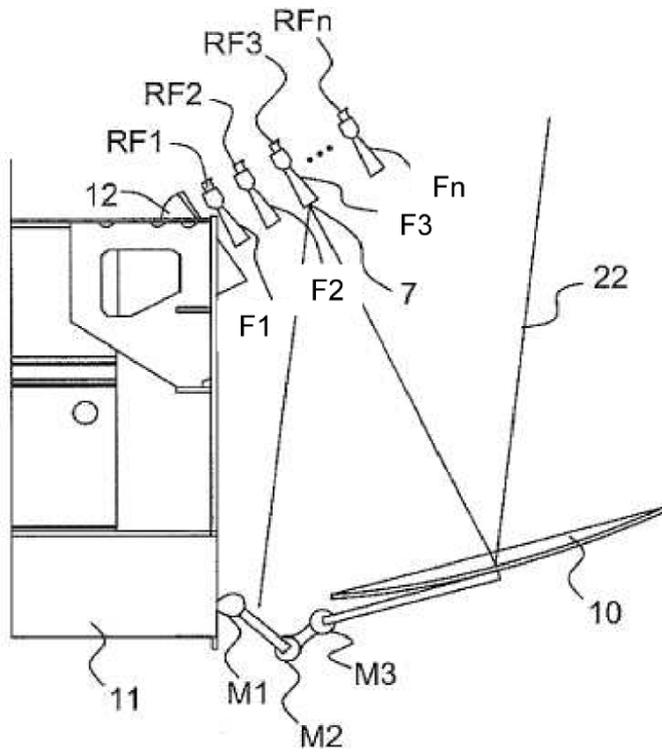


FIG.3c

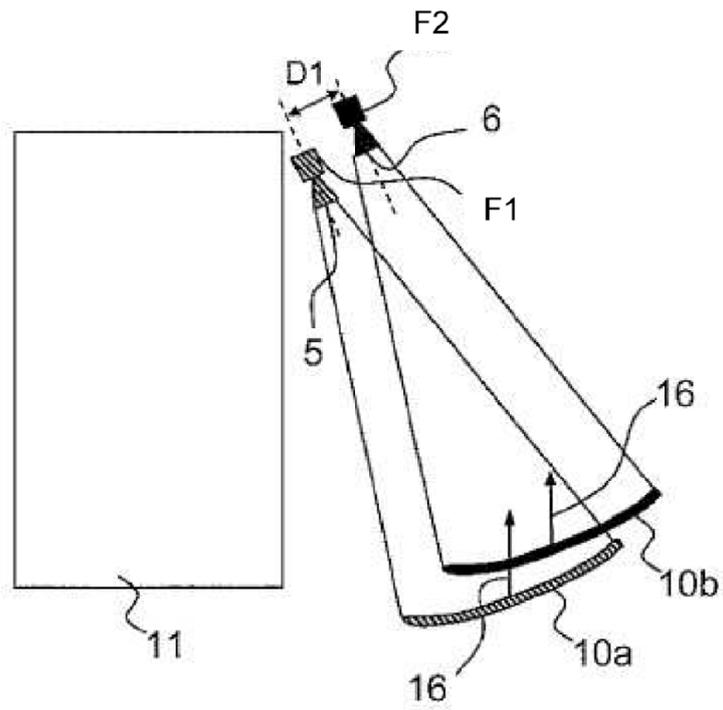


FIG.4a

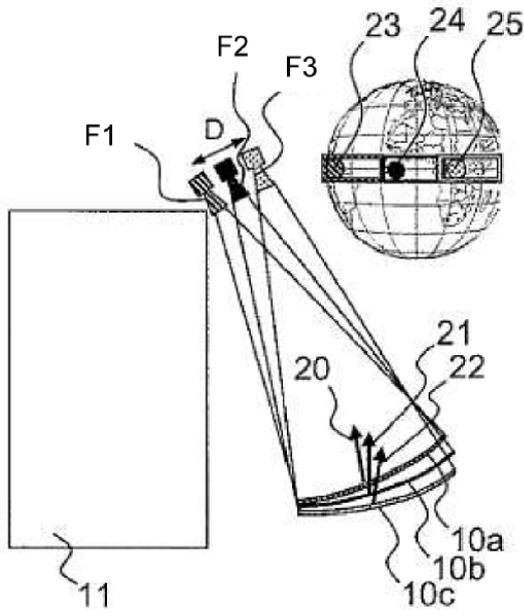


FIG.4b

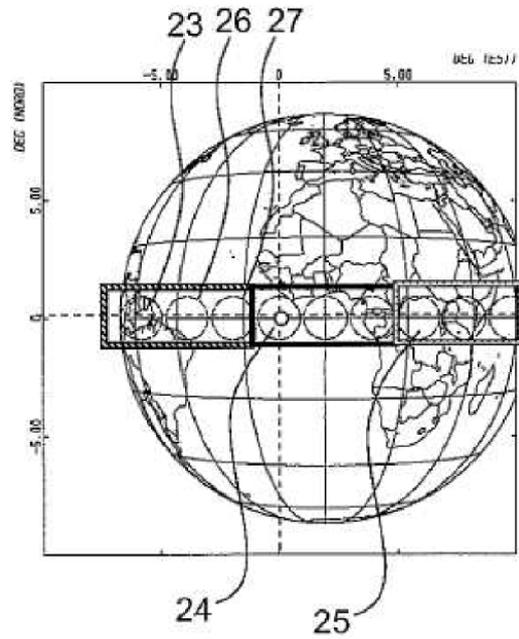


FIG.5

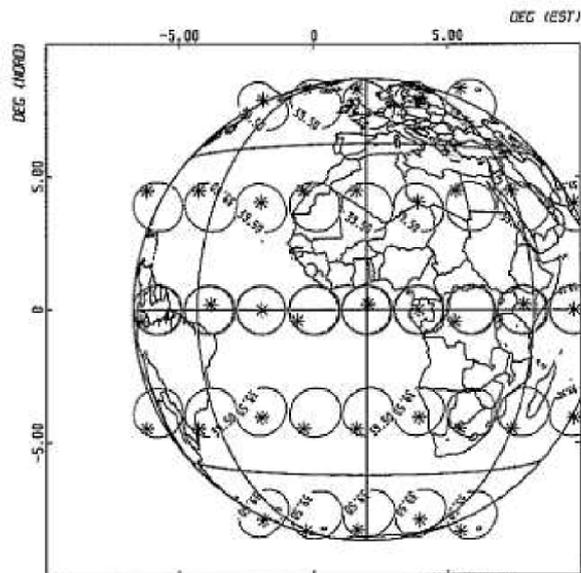


FIG.6