

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 262**

51 Int. Cl.:

H01Q 19/17 (2006.01)

H01Q 15/16 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2006** **E 06779044 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.12.2014** **EP 1902492**

54 Título: **Antena de red con reflector(es) conformado(s), altamente reconfigurable en órbita**

30 Prioridad:

13.07.2005 FR 0552175

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

08.04.2015

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45 RUE DE VILLIERS
92200 NEUILLY SUR SEINE, FR**

72 Inventor/es:

**LEVEQUE, MICHEL;
VOURCH, ERIC y
MAUREL, JACQUES**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 533 262 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 de red con reflector(es) conformado(s), altamente reconfigurable en órbita

La invención se refiere a las antenas de redes con reflector(es), embarcadas en unos satélites y destinadas a transmitir y/o recibir unos haces de ondas electromagnéticas.

- 5 Se entiende en este caso por “antena de red con reflector(es)” una antena compuesta de un conjunto de fuentes (o elementos radiantes), que definen una red, y de uno o varios reflectores.

Las antenas de redes con reflector(es) antes citadas son particularmente interesantes debido a que permiten formar y posicionar uno o varios haces radiantes hacia una o varias coberturas dadas. Esta formación de haces se realiza mediante el control de la amplitud y/o de la fase en las fuentes.

- 10 La capacidad de modificar la posición y la forma de las coberturas en órbita (doblemente reconfigurable) es particularmente interesante principalmente para tener en cuenta la evolución del tráfico, para tomar el relevo de un satélite averiado, o en caso de cambio de posición sobre el arco orbital con conservación del balance del enlace sobre una zona dada. Con el fin de permitir que sea doblemente reconfigurable, las tres soluciones presentadas en el presente documento a continuación son las más frecuentemente utilizadas.

- 15 Una primera solución consiste en utilizar una antena de red activa de radiación directa (o DRA), es decir desprovista de reflector. Este tipo de antena de red ofrece una muy buena capacidad de ser doblemente reconfigurable, pero necesita un gran número de controles lo que convierte frecuentemente en prohibitivo su coste y su peso. Además, en la emisión, el reducido rendimiento del amplificador que está asociado a cada uno de los controles de la DRA induce una disipación frecuentemente insalvable.

- 20 Una segunda solución consiste en utilizar una red de fuentes en el plano focal o en la proximidad del plano focal de un reflector parabólico no conformado (o FAFR). Esta solución se describe principalmente en el documento de patente US 4.965.587. Con el fin de cubrir una zona dada, la red de fuentes se dimensiona de manera que cada una de las fuentes contribuya a una parte de la cobertura total. La posición de las fuentes está directamente ligada a la zona a cubrir. Se determina de manera geométrica aplicando el principio de reflexión sobre el reflector. Deben optimizarse las leyes de amplitud/fase de los diferentes controles para que se combinen los haces proporcionados por las fuentes dando un diagrama de radiación adaptado a cada zona a cubrir. Si no se desea cubrir más que una de las zonas, previstas inicialmente, no se utiliza más que la parte de la red correspondiente. La dinámica de amplitud aplicada a los elementos radiantes es importante, lo que hace frecuentemente necesario, en la emisión, la utilización de un dispositivo de equilibrado de la potencia entre los amplificadores (denominado MPA).

- 30 El hecho de que cada una de las fuentes esté directamente ligada a una parte de la cobertura, por un lado, impone una redundancia en los amplificadores con el fin de evitar la pérdida de esta zona caso de avería parcial y, por otro lado, induce un número de fuentes (y frecuentemente de controles) directamente ligado al tamaño de la cobertura. La arquitectura de formación de los haces se convierte por tanto en particularmente compleja, induce unas pérdidas suplementarias ligadas a la presencia del MPA e implica un volumen y masa bastante elevados.

- 35 Una tercera solución, variante de la segunda, se ha propuesto en el documento de patente US 2004/0222932. Consiste en colocar una red de fuentes en el plano focal de un reflector cuya superficie reflectante esté conformada de manera que amplíe la zona de cobertura para cada haz que presenta un diagrama de radiación “plano” en el lóbulo principal proporcionado por la fuente elemental. El principio continúa siendo el mismo que el descrito en el presente documento anteriormente, no haciendo cada fuente más que contribuir a una parte de la cobertura. Debido a la ampliación de los haces elementales introducida por la conformación del reflector, puede por tanto reducirse el número de fuentes necesarias en el muestreo de la cobertura, lo que permite disminuir el número de los controles de la antena.

- 45 Ninguna solución conocida aporta una satisfacción completa en términos de coste y/o de peso y/o de simplicidad de los controles y/o de capacidad de ser reconfigurable en órbita, la invención tiene por tanto por objetivo mejorar la situación.

- Propone con este fin una antena de red con reflector(es) que comprende i) una red de al menos dos fuentes, en la que una fuente se denomina central, dispuestas y situadas de manera que emitan (o reciban) unos haces de ondas electromagnéticas en unas direcciones elegidas, ii) unos medios de formación de haces que permitan controlar la amplitud y la fase de cada una de las fuentes por medio de leyes de amplitud/fase aplicadas sobre sus accesos y de asegurar un nivel de amplificación apropiado, con el fin de que cada fuente emita un diagrama de radiación elegido (que constituye un haz y que comprende un lóbulo principal) destinado a cubrir una zona elegida, y iii) uno o varios reflectores encargados de reflejar los haces proporcionados por las fuentes (o en dirección de estas fuentes).

Esta antena de red con reflector(es) se caracteriza por el hecho de que:

- 55 - la superficie de uno al menos de sus reflectores está conformada de manera tridimensional (3D) de manera que refleje el haz que se le proporciona por cada fuente extendiendo su energía con el fin de que cubra la zona

asociada elegida, que el lóbulo principal del diagrama de radiación asociado a la fuente central defina una cobertura denominada primaria que engloba integralmente cada zona de cobertura activa de la antena, de forma y dimensiones elegidas, y que el lóbulo principal del diagrama de radiación asociado a cada fuente no central recubra al menos parcialmente la cobertura primaria, y

- 5 - sus medios de formación de haces están encargados de aplicar a los accesos de la red de fuentes una ley de amplitud y/o de fase elegida de manera que la combinación de los haces proporcionados por las fuentes de la red defina cada una de unas zonas de cobertura activa de la antena.

La antena de red con reflector(es) según la invención puede comprender otras características que se pueden tomar separadamente o en combinación, y principalmente:

- 10 - sus fuentes se pueden situar o bien en el plano focal del reflector, o bien fuera de éste, en cualquier forma delante del reflector;
 - las fuentes pueden estar constituidas por un elemento radiante de no importa qué tipo (por ejemplo de corneta circular o rectangular, elemento impreso (o "patch"), ranura o hélice) que funcione en emisión y/o en recepción y en no importa qué polarización;
 15 - la superficie de uno de sus reflectores presenta preferentemente una forma general de tipo paraboloide conformada de manera tridimensional;
 - uno al menos de su reflectores puede comprender un mecanismo de apuntado encargado de modificar la posición del lóbulo principal asociado a la fuente central de la red.

Surgirán otras características y ventajas de la invención con el examen de la descripción detallada a continuación, y de los dibujos adjuntos, en los que:

- 20 - la figura 1 ilustra de manera muy esquemática y funcional un ejemplo de realización de una antena de red con reflector(es) según la invención, y
 - la figura 2 ilustra de manera esquemática el principio de formación de zonas de cobertura activa por medio de una antena de red con reflector(es) según el presente inventor.

25 Los dibujos adjuntos podrían servir no solamente para completar la invención, sino también contribuir a su definición, llegado el caso.

Se hace referencia inicialmente a la figura 1 para describir una antena AR de red con reflector(es) según la invención.

30 En lo que sigue, se considera a título de ejemplo no limitativo que la antena AR de red con reflector(es) está dedicada a la transmisión únicamente de haces de ondas electromagnéticas, que no comprende más que un único reflector AR, que su red RS no comprende más que cinco fuentes Si ($i=1$ a 5) y que no ofrece más que dos zonas (ZC1 y ZC2) de cobertura activa. Sin embargo, la invención no está limitada a esta aplicación. En efecto, la antena de red con reflector(es) según la invención puede funcionar en transmisión, o en recepción, o incluso en transmisión y en recepción, y/o puede comprender varios reflectores, y/o puede comprender una red compuesta de un número cualquiera de fuentes, y/o puede ofrecer más de dos zonas de cobertura activas. Una antena de ese tipo tiene como
 35 disposición principal estar embarcada en un satélite de telecomunicación.

Una antena AR (de red con reflector(es)) según la invención comprende inicialmente una red RS constituida por al menos dos fuentes Si dispuestas y situadas de manera que proporcionen unos haces Fi de ondas electromagnéticas (que comprende unas señales) en unas direcciones elegidas. El número N de fuentes Si de la red RS, el
 40 posicionamiento de las fuentes Si en relación unas con las otras, el tipo de fuentes Si y las orientaciones respectivas de las fuentes Si se eligen en función de la misión que se atribuye a la antena AR. Se considera en lo que sigue, a título de ejemplo no limitativo, que el número N de fuentes Si es igual a 5 ($i = 1$ a 5), pero este número N puede tomar no importa qué valor superior o igual a dos.

45 Entre las fuentes Si, una (en este caso S1) se denomina central, por ejemplo debido a que se encuentra colocada sustancialmente en mitad de la red RS.

Cada fuente Si de la red RS puede estar constituida por un elemento radiante de no importa qué tipo, y por ejemplo un corneta circular o rectangular, un "patch" (elemento impreso), una "ranura" o una hélice, pudiendo funcionar en emisión y/o en recepción y en no importa qué polarización.

50 La antena AR comprende igualmente un módulo MFF de formación de haces encargado de aplicar unas leyes de amplitud y/o de fase y de amplificar de manera apropiada las señales de cada una de las N fuentes Si de la red RS, con el fin de que cada fuente Si emita un diagrama de radiación elegido (que constituye un haz Fi y que comprende un lóbulo principal) destinado a cubrir una zona Zi elegida. Se pueden poner en práctica con este fin todas las técnicas de aplicación de leyes de amplitud/fase y amplificación conocidas para el experto en la técnica.

55 La antena AR comprende igualmente un reflector RC provisto de una superficie SU conformada de manera tridimensional (3D). Esta conformación en 3D, que se presenta en la forma de huecos y de resaltes colocados en unos sitios elegidos de la superficie SU, se destina a reflejar el haz Fi que es proporcionado por cada fuente Si

mientras se despliega su energía de manera, en una primera parte, que cubra la zona Z_i elegida asociada, en una segunda parte, que el lóbulo principal del diagrama de radiación asociado a la fuente S_1 central defina una cobertura CP denominada primaria que engloba integralmente cada zona ZC_j de cobertura activa de la antena AR, de forma y dimensiones elegidas, y en una tercera parte, que el lóbulo principal del diagrama de radiación asociado a cada fuente S_i ($i \neq 1$) no central, y por tanto cada zona Z_i ($i \neq 1$), recubra al menos parcialmente la cobertura CP primaria a la altura de la zona ZIC_i de intersección.

Se entiende en este caso por "zona de cobertura activa" una zona en la que las ondas electromagnéticas transmitidas por la antena AR se deben poder recibir por medio de un receptor apropiado.

La zona Z_1 (definida por el lóbulo principal del diagrama de radiación procedente de la fuente S_1 central de la red RS) define por tanto una cobertura CP denominada primaria. Cada punto de esta cobertura CP primaria se sitúa por tanto en al menos una zona ZIC_i de intersección, y preferentemente en varias zonas ZIC_i de intersección. En otros términos, cada punto de la cobertura CP primaria está cubierto por el lóbulo principal del haz F_1 de la fuente S_1 central y por uno o varios lóbulos principales de los haces F_i ($i \neq 1$) asociados a otras fuentes S_i ($i \neq 1$) de la red RS.

El componente de la antena en el interior de la cobertura CP primaria se asocia de ese modo grandemente al de una red de radiación directa (DRA).

Como se ha indicado en el presente documento anteriormente, es en el interior de la cobertura CP primaria donde se pueden definir las zonas ZC_j de cobertura activa de la antena AR por medio de unas leyes y ampliaciones aplicadas mediante el módulo MFF de formación de haces. En el ejemplo no limitativo ilustrado en la figura 2, la antena AR se concibe de manera que ofrezca dos zonas ZC_1 y ZC_2 ($j = 1$ o 2) de cobertura activa. Sin embargo, la antena AR se podría concebir de manera que ofrezca más de dos zonas ZC_j de cobertura activa, o bien una única.

La conformación del reflector RC que permite ampliar los haces F_i se calcula en función de la misión, puesto que es ésta la que va a definir la envolvente de la cobertura CP primaria que debe contener las diferentes zonas ZC_j de cobertura activa de la antena AR. Se puede determinar por ejemplo la conformación 3D por medio de funciones polinómicas (por ejemplo del tipo Spline o Zernike) aplicadas a la superficie de reflexión inicial de tipo paraboloide, con la ayuda de programas adaptados (por ejemplo del tipo POS4). En función de la misión, las fuentes S_i se colocan o bien en el plano focal del reflector RC, o bien fuera de este plano focal.

El reflector RC puede comprender un mecanismo de apuntado (no representado en las figuras) destinado a modificar la posición del lóbulo principal que se asocia a la fuente S_1 central de la red AR.

La antena AR según la invención está particularmente bien adaptada, aunque de manera no limitativa:

- a una cobertura en modo foco simple de elevada necesidad de que sea reconfigurable, por ejemplo en el caso de un satélite reconfigurarle en función de su posición orbital, y
- a las misiones multi-foco en grandes coberturas, por ejemplo en el caso de un muestreo de tipo CONUS por medio de zonas de cobertura activa (o focos) de $0,4^\circ$ de diámetro.

Gracias a la invención, la disposición de la red de fuentes está ampliamente descorrelacionada con la cobertura de la antena porque es la conformación 3D de la superficie del reflector la que define la cobertura CP primaria en el interior de la que se puede definir no importa qué número de focos (o zonas ZC_j de cobertura activa) de no importa qué forma. Esto permite limitar considerablemente el tamaño de la red y el número de fuentes y en consecuencia esto permite reducir notablemente el peso y la complejidad de los controles con relación a una solución convencional de reflector parabólico o con relación a una solución del tipo DRA.

Por otro lado, no estando ya ligada una fuente a la elaboración de una pequeña parte de una zona de cobertura activa, como en el caso de una solución convencional de reflector parabólico, se puede obtener una redundancia natural a través de la red de fuentes, aunque las consecuencias de una avería parcial están limitadas.

Además, al reducir el tamaño de la red de fuentes se reducen las aberraciones de desfocalización, se inducen naturalmente unos niveles de lóbulos secundarios más bajos (y por lo tanto mejores relaciones C/I) comparadas con las obtenidas con una solución convencional de reflector parabólico. La utilización de reducidas relaciones entre la distancia focal del sistema de reflector y el diámetro del reflector principal se facilita entonces (principalmente respecto a la implantación en un satélite).

La invención combina de ese modo las ventajas de una antena de tipo DRA (red de radiación directa), a saber una elevada capacidad para ser reconfigurable y una redundancia natural, y las ventajas de una antena de tipo FAFR, a saber una elevada directividad obtenida gracias a la superficie conformada del reflector, mientras que se evitan los inconvenientes de estos dos tipos de antenas, a saber el número muy grande de controles que contribuye ampliamente al peso y al coste, la pérdida de eficacia ligada a los lóbulos de la redes en el caso de una antena DRA, la pérdida de cobertura en caso de averías y el tamaño de la red de fuentes función de la cobertura diseñada en el caso de una antena FAFR.

La invención no se limita a los modos de realización de antena de red con reflector(es) descritos anteriormente, solamente a título de ejemplo, sino que engloba todas las variantes que pueda concebir el experto en la técnica en el marco de las reivindicaciones que siguen.

- 5 De ese modo, en lo que precede se ha descrito un ejemplo de antena de red con reflector(es) según la invención, dedicada a la transmisión de ondas electromagnéticas. Sin embargo, la invención no está limitada a este ejemplo. Se aplica en efecto igualmente a las antenas de redes con reflector(es) que funcionan en recepción, o en transmisión y en recepción.

REIVINDICACIONES

1. Antena (AR) de red con reflector(es), que comprende i) una red (RS) de al menos dos fuentes (Si), en la que una fuente (S1) se denomina central, dispuestas y situadas de manera que emitan y/o reciban unos haces (Fi) de ondas electromagnéticas en unas direcciones elegidas, ii) unos medios (MFF) de formación de haces dispuestos para controlar la amplitud y la fase de cada una de dichas fuentes (Si) por medio de leyes de amplitud/fase aplicadas sobre sus accesos y para asegurar un nivel de amplificación apropiado, con el fin de que cada fuente (Si) emita un diagrama de radiación elegido, que constituye un haz (Fi) y que comprende un lóbulo principal, destinado a cubrir una zona (Zi) elegida, y iii) al menos un reflector (RC) provisto de una superficie (SU) apropiada para reflejar los haces (Fi) proporcionados por dichas fuentes (Si) y/o destinados a dichas fuentes (Si), **caracterizada porque:**
 - 10 - dicha superficie (SU) está conformada de manera tridimensional, que se presenta en la forma de huecos y de resaltes colocados en unos sitios elegidos de dicha superficie (SU) de manera que refleje el haz (Fi) proporcionado por cada fuente (Si) extendiendo su energía de manera que cubra la zona (Zi) asociada elegida, que el lóbulo principal del diagrama de radiación asociado a dicha fuente (S1) central defina una cobertura (CP) denominada primaria que engloba integralmente cada zona (ZCj) de cobertura activa de la antena (AR), de forma y dimensiones elegidas, y que el lóbulo principal del diagrama de radiación asociado a cada fuente no central recubra al menos parcialmente la cobertura (CP) primaria, y
 - 15 - dichos medios de formación de haces están dispuestos para aplicar a los accesos de la red de fuentes (Si) una ley de amplitud y/o de fase elegida de manera que la combinación de los haces (Fi) proporcionados por dichas fuentes (Si) defina cada una de dichas zonas (ZCj) de cobertura activa.
- 20 2. Antena de red con reflector(es) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicha cobertura (CP) primaria engloba integralmente al menos una zona (ZCj) de cobertura activa.
3. Antena de red con reflector(es) según una de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada porque** dicha cobertura (CP) primaria engloba integralmente al menos dos zonas (ZCj) de cobertura activa.
- 25 4. Antena de red con reflector(es) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** dichas fuentes (Si) se sitúan en un plano focal de uno de dichos reflectores (RC).
5. Antena de red con reflector(es) según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** dichas fuentes (Si) se sitúan fuera un plano focal de uno de dichos reflectores (RC).
6. Antena de red con reflector(es) según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** dicha superficie (SU) de dicho reflector (RC) presenta una forma general de tipo paraboloide conformada de manera tridimensional.
- 30 7. Antena de red con reflector(es) según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque** uno al menos de dichos reflectores comprende un mecanismo de apuntado dispuesto para modificar la posición del lóbulo principal asociado a dicha fuente (S1) central de la red (RS).
8. Antena de red con reflector(es) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** cada una de dichas fuentes (Si) está constituida por un elemento radiante elegido en un grupo que comprende al menos un corneta circular o rectangular, un elemento impreso, una ranura o una hélice.
- 35

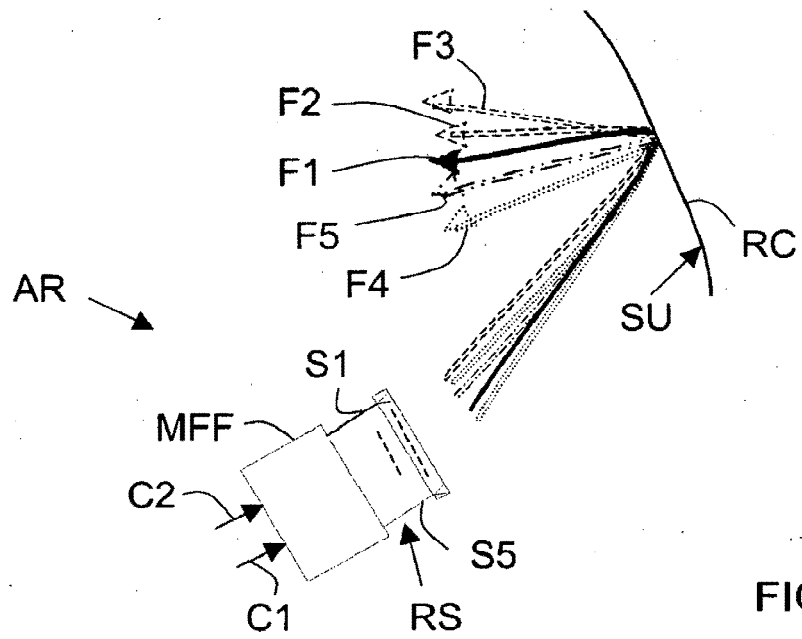


FIG. 1

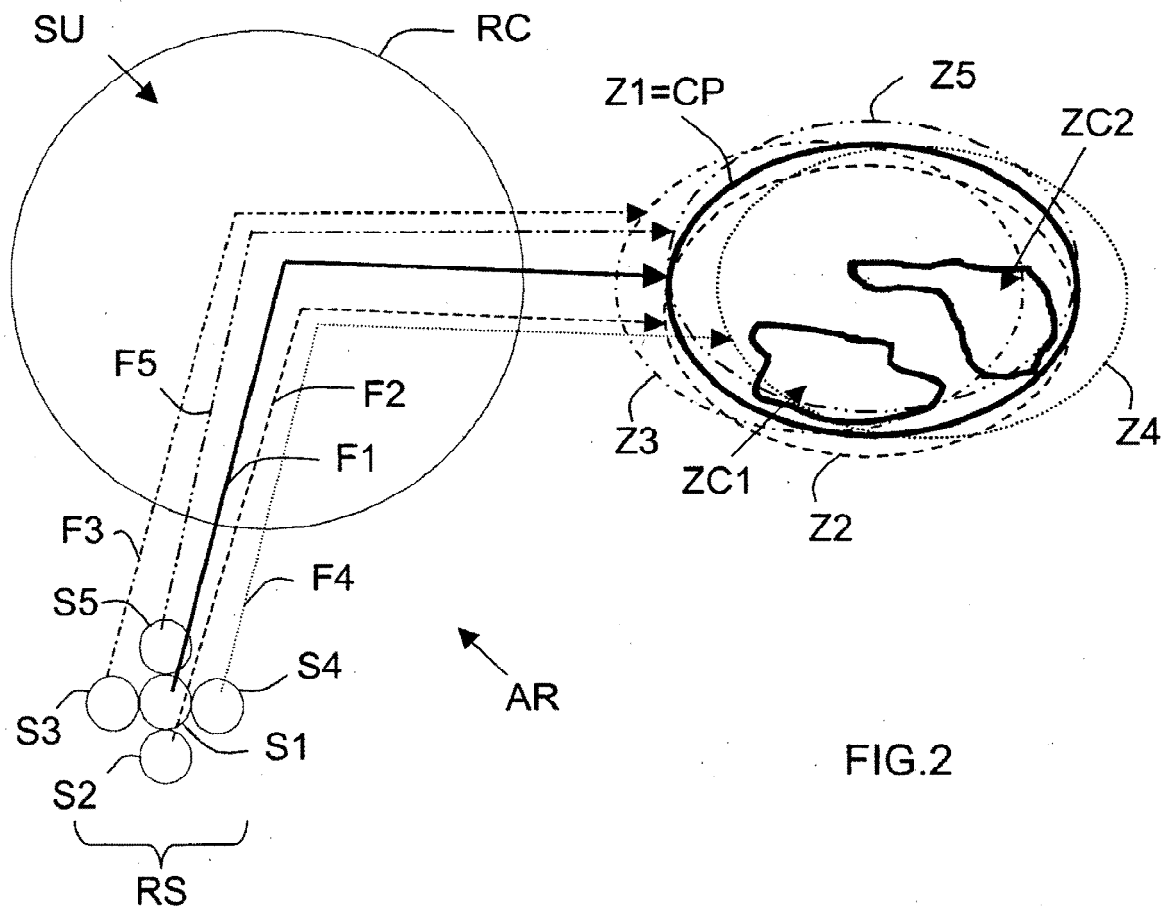


FIG. 2