

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 792**

51 Int. Cl.:

**G02B 27/10** (2006.01)

**H01Q 15/00** (2006.01)

**H01Q 19/19** (2006.01)

**G02B 27/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2009 PCT/EP2009/059687**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2010 WO10010200**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2009 E 09781143 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 2311144**

54 Título: **Dispositivo para un sistema de antena**

30 Prioridad:

**25.07.2008 EP 08161213**  
**08.10.2008 US 247428**

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

**06.08.2020**

73 Titular/es:

**ASTRIUM LIMITED (100.0%)**  
**Gunnels Wood Road**  
**Stevenage, Hertfordshire, SG1 2AS, GB**

72 Inventor/es:

**MAXWELL-COX, GRAHAM**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 777 792 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**

Dispositivo para un sistema de antena

**5 Campo de la invención**

La invención se refiere a un dispositivo para redirigir el campo electromagnético recibido en una antena o haces producidos por la antena. Más particularmente, pero no exclusivamente, se refiere a un dispositivo para dividir el campo electromagnético recibido en un sistema de antena en una pluralidad de secciones correspondientes a haces separados y redirigir las secciones para permitir que se detecten lejos de la región focal del sistema de antena.

**Antecedentes de la invención**

En los sistemas convencionales de antena reflectora, los patrones estrechos en el campo lejano del reflector se enfocan donde se sitúa una bocina de alimentación o un grupo de bocinas de alimentación para capturar o muestrear la energía reflejada del sistema. Para muestrear el campo en distintas posiciones, la bocina de alimentación o el grupo de bocinas de alimentación se pueden mover en el plano focal del sistema de antena para escanear los haces de antena. Las posiciones del haz en el campo lejano se mueven en una relación nominalmente lineal con el desplazamiento de la posición de alimentación (para ángulos pequeños).

JP S580925104 describe un dispositivo que está configurado para dividir un campo de radiación incidente por polaridad y frecuencia. JP H0548309 describe una estructura de guía de onda con una cuchilla que comprende dos superficies que se cruzan en un borde para distribuir una señal hacia los elementos de un conjunto de antenas de una estación base.

Para mejorar el tiempo de adquisición de datos y la sensibilidad del instrumento, se prefiere comprender una matriz estacionaria de bocinas de alimentación en el plano focal en lugar de una o más bocinas de alimentación en movimiento. Desafortunadamente, la cantidad de información obtenida está limitada por la cercanía de los haces escaneados, que a su vez está limitada por las dimensiones de la bocina de alimentación. Para aplicaciones de telecomunicaciones, las dimensiones de las bocinas de alimentación son relativamente pequeñas (de 1 a 2 longitudes de onda de diámetro) y se pueden tomar muestras de haces muy juntos. Sin embargo, para aplicaciones de radiometría, los requisitos en la alimentación para producir haces gaussianos con lóbulos laterales bajos desde el campo lejano conducen al uso de bocinas de alimentación que tienen un diámetro mucho mayor (6 a 10 longitudes de onda). Cuando las bocinas se sitúan una al lado de la otra, los haces muestreados no se concentran lo suficientemente cerca. Por ejemplo, en algunas aplicaciones de onda por debajo de mm, se desea muestrear haces separados por 3 mm. Sin embargo, el ancho de las bocinas de alimentación deberá ser de 10 mm, lo que hace imposible situar las bocinas de alimentación a 3 mm de distancia.

Además, cada bocina de alimentación está provista de componentes de procesamiento de señal, como amplificadores de bajo ruido (LNA) y mezcladores. Es posible que estos componentes no sean lo suficientemente pequeños como para permitir que las bocinas de alimentación se sitúen lo suficientemente juntas como para muestrear haces que se concentren lo suficientemente cerca.

La invención tiene como objetivo abordar estos problemas.

**Resumen de la invención**

Según la invención, se proporciona un dispositivo para un sistema de antena según la reivindicación 1.

Según la invención, también se proporciona un dispositivo según la reivindicación 12.

Según la invención, se proporciona un dispositivo para un sistema de antena según la reivindicación 13.

Además, según la invención, se proporciona un dispositivo para un sistema de antena según la reivindicación 14.

Las características opcionales se establecen en las reivindicaciones dependientes.

**Breve descripción de los dibujos**

A continuación se describen realizaciones de la presente invención solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de antena que comprende un cortador de haz según una realización de la invención;

la figura 2 muestra el cortador de haz de la figura 1 con más detalle;

5

la figura 3 ilustra una variante de un elemento del cortador de haces;

la figura 4 ilustra una variante de otro elemento del cortador de haces;

10 la figura 5 muestra parte de un cortador de haces según otra realización de la invención;

la figura 6 ilustra parte de un cortador de haces según otra realización más de la invención;

la figura 7 ilustra esquemáticamente cómo incide el campo en un elemento del cortador de haces de la figura 6;

15

las figuras 8(a) a 8(d) muestran la forma de los haces que pasan a través del cortador de haces de la figura 6;

la figura 9 ilustra otras variantes de los elementos del cortador de haces;

20 la figura 10 muestra un cortador de haces provisto como una sola unidad de metal;

la figura 11 muestra una vista lateral del cortador de haces de la figura 9;

la figura 12 ilustra cómo se pueden apilar los cortadores de haces.

25

### **Descripción detallada**

Con referencia a la figura 1, un sistema de antena reflectora comprende un reflector principal 2 y un subreflector 3 para recibir y enfocar la radiación entrante, un cortador de haces 4 para dividir el campo cercano en la región focal del sistema, una pluralidad de bocinas de alimentación 5 con unidades de procesamiento asociadas 6, un procesador de señal 7, un controlador 8 y una memoria 9. El sistema de antena reflectora puede usarse, por ejemplo, en radiometría, radioastronomía o teledetección de la Tierra. En tales aplicaciones, la radiación entrante es típicamente radiación sub-mm o de microondas. La frecuencia de la radiación puede ser, entre otras, entre 50 GHz y 3 THz. El sistema de antena reflectora también podría usarse en un sistema de telecomunicaciones.

35

El reflector principal 2 puede ser un reflector parabólico cóncavo y el subreflector 3 puede ser un reflector hiperbólico convexo con dos focos. Por supuesto, también son posibles otras formas de reflector, para enfocar la energía entrante. El reflector principal 2 refleja todos los rayos entrantes o energía paralela a su eje de simetría a su foco, que también es uno de los dos focos del subreflector 3. El subreflector 3 refleja posteriormente los rayos o la energía desde el reflector principal hasta su segundo foco, donde se encuentra el cortador de haces 4.

40

El cortador de haces 4 es un dispositivo cuasióptico que divide la radiación entrante en una pluralidad de porciones y redirige la energía a posiciones donde se sitúan las bocinas de alimentación adecuadas 5 para formar los haces escaneados necesarios. Por lo tanto, el cortador de haces reemplaza un conjunto lineal de bocinas en la región focal para producir patrones de radiación escaneada en el campo lejano del reflector. Cabe señalar que, en general, hasta que se sitúa una bocina de alimentación en la región focal del subreflector, no existen haces en el campo lejano de la antena. En cambio, existe un campo cercano en el foco con potencial para formar haces. La invención usa un cortador de haces para muestrear este campo en lugar de usar bocinas situadas allí.

45

Las bocinas 5 tienen un diámetro bastante grande para producir los haces gaussianos necesarios con lóbulos laterales bajos. El diámetro puede ser del orden de 6 a 10 longitudes de onda, lo que para una señal de frecuencia de 250 GHz puede significar un diámetro de 10 mm. Las bocinas pueden ser bocinas corrugadas o bocinas graduadas Potter. Cada bocina de alimentación tiene una unidad de procesamiento asociada 6 que comprende, por ejemplo, un amplificador de bajo ruido (LNA) que amplifica la señal y un mezclador que convierte la señal de alta frecuencia a una frecuencia más baja. Las señales convertidas se alimentan a un procesador de señal central 7 para un procesamiento adicional de la señal. Deberá tenerse en cuenta que aunque el procesador de señal central 7 se muestra en la figura 1 como un solo componente, puede comprender una pluralidad de componentes separados. El controlador 8 controla la recepción y el almacenamiento de datos en la memoria 9. El controlador 8 también puede controlar el procesador de señal 7. La memoria 9 puede recibir datos del procesador de señal 7 o de una estación terrestre. El sistema de antena reflectora 1 puede comprender además una antena de transmisión para transmitir los datos recibidos a una estación terrestre. Además, puede comprender otro sistema de antena de recepción para recibir instrucciones de la estación terrestre.

55

60

Una realización de la cortadora de haces 4 según la invención se muestra con más detalle en la figura 2. El cortador de haces 4 de la figura 2 divide la energía en el campo electromagnético recibido por la antena en seis haces distintos para ser detectados por seis bocinas de alimentación distintas 5a-5f. El cortador de haces comprende una pluralidad de elementos de corte de campo para cortar sucesivamente el campo cercano en cortes cada vez más pequeños. El cortador de haces 4 también puede comprender una pluralidad de elementos de enfoque separados para enfocar la energía en el campo después de que el campo se haya cortado. En la figura 2, los elementos de corte de campo y los elementos de enfoque se montan en el mismo plano. Todos los elementos del cortador de haces pueden ubicarse en una carcasa. Deberá tenerse en cuenta que los elementos de corte de campo no dividen el campo en dos copias de la misma información, sino que dividen el campo en dos cortes de información distintos. El elemento de corte de campo divide el campo en función del punto de incidencia en el elemento de corte de campo. Como analogía, se pueden considerar dos mitades de la misma imagen.

En la figura 2, los elementos de corte de campo se proporcionan en forma de cuchillas reflectantes 10a-10f y los elementos de enfoque se proporcionan en forma de lentes 11a-11j. La primera cuchilla reflectante 10a está ubicada en la región focal del sistema, donde los potenciales haces de campo lejano se concentran en una pequeña región. Divide el campo cercano en dos secciones A, B. La primera sección A es reenfocada por una primera lente de campo 11a y a continuación dividida por una segunda cuchilla 10b en las secciones A1 y A2. Una de las secciones A1 es reenfocada por una segunda lente de campo 11b y detectada por la bocina 5a. La otra sección está dividida adicionalmente por una cuchilla 10c en dos secciones A2' y A2" que son reenfocadas por las respectivas lentes de campo 11d y 11e y detectadas por las respectivas bocinas 5b y 5c. De manera similar, la segunda sección del campo cercano B es reenfocada por la lente de campo 11f y dividida por una cuarta cuchilla 10d en dos secciones B1 y B2. Una de las secciones B1 se reenfoca y divide adicionalmente por la cuchilla 10e en dos secciones B1' y B1" que se reenfocan por las lentes de campo 11h y 11i y se detectan por las bocinas 5d y 5e. Las otras secciones B2 son reenfocadas por la lente 11j y detectadas por la bocina 5f sin dividirse adicionalmente.

Deberá entenderse que la dependencia angular del campo incidente da como resultado el campo distribuido en el foco del sistema de antena reflectora. El campo distribuido es cortado por la primera cuchilla 10a. Después de la primera cuchilla, los reflejos y las correcciones del haz cambian la dependencia angular de todos los haces, ya sea que se traten en grupos o de forma individual y permiten una mayor división del haz.

Cada cuchilla 10a a 10e consta de dos superficies reflectantes, como dos espejos, unidos a lo largo de un borde que mira hacia la radiación. Los haces incidentes en la primera de las dos superficies reflectantes de la cuchilla (por ejemplo, la superficie superior de la cuchilla 10a en la figura 2), se reflejan en la primera de las dos superficies reflectantes y, por lo tanto, se redirigen en una primera dirección (hacia la región superior del cortador de haces 4 en la figura 2) y los haces incidentes en una segunda de las dos superficies reflectantes de la cuchilla (p. e., la superficie inferior de la cuchilla 10b en la figura 2) se reflejan en la segunda de las dos superficies reflectantes y, por lo tanto, se redirigen en una segunda dirección (hacia la región inferior del cortador de haces 4 en la figura 2), que es distinta de la primera dirección. El ángulo entre las dos superficies reflectantes y la orientación de las dos superficies reflectantes con respecto a la radiación entrante determina las direcciones en las que se reflejan los haces. Los haces separados resultantes corresponden a distintos segmentos del campo original y, por lo tanto, también a información distinta en el campo original. La radiación se enfoca ligeramente por delante o más allá del borde. Las superficies reflectantes son proporcionadas por un material conductor de radiofrecuencia. Por ejemplo, la cuchilla puede estar hecha de metal, que incluye pero no se limita a aluminio. Con más detalle, la cuchilla puede estar hecha de una lámina de metal doblada o un bloque sólido de metal. Las superficies pueden, por ejemplo, estar pulidas, recubiertas de plata u oro. Las cuchillas también podrían estar hechas de plástico, o cualquier otro material adecuado, y comprender un revestimiento reflectante.

El borde de ataque de la cuchilla es afilado para no producir una difracción excesiva y estropear las vigas. Como ejemplo, el borde puede ser alrededor de una centésima de longitud de onda o aproximadamente 0,01 mm. El ángulo  $\theta$  entre las dos superficies reflectantes de la cuchilla puede estar entre 10 y 45 grados. Sin embargo, el ángulo exacto dependerá de la aplicación. El ángulo también puede ser mayor de 45 grados si es adecuado. En una aplicación de onda sub-mm, la longitud de cada superficie reflectante de la cuchilla puede ser del orden de 20 mm. Las cuchillas comprenden un ángulo tal que la energía reflejada o refractada se dirige convenientemente a la siguiente cuchilla o elemento de enfoque. Las cuchillas no necesariamente tienen que cortar el campo en dos partes iguales. Por ejemplo, las cuchillas 10b y 10d pueden cortar el campo de modo que los cortes A1 y B2 contengan la misma proporción del campo original que los cortes A2', A2", B1' y B1".

Las lentes pueden estar hechas de plástico, por ejemplo politetrafluoroetileno (PTFE). Alternativamente, las lentes pueden estar hechas de vidrio. En una realización, las lentes pueden comprender una forma hiperbólica con ranuras concéntricas para mejorar la eficiencia con la que el campo se deja pasar a través de la lente. Las lentes reenfocan la energía a una región alrededor de la punta de la siguiente cuchilla o la región focal de una bocina de alimentación. La

región focal de una bocina de alimentación generalmente se encuentra dentro de la bocina, ligeramente más allá de la abertura de la bocina de alimentación. Deberá entenderse que no siempre es necesario volver a enfocar el campo antes de cortarlo nuevamente o antes de que sea detectado por una bocina de alimentación. Si una lente se coloca entre dos cuchillas o entre una cuchilla y una bocina de alimentación dependerá del diseño específico del cortador de  
5 haces.

Debido a consideraciones de eficiencia del haz, las bocinas de alimentación 5a a 5f se elegirían típicamente como bocinas cilíndricas para producir haces circulares. Sin embargo, deberá tenerse en cuenta que también es posible comprender bocinas corrugadas de apertura elíptica o bocinas rectangulares que producen haces elípticas. El corte  
10 del campo cambia la forma de los haces a una forma más elíptica. El campo electromagnético comprende componentes que se extienden en ángulo y, cuando se corta el campo, hay una pérdida de los componentes angulares más altos que están bloqueados por la presencia de la cuchilla. La forma resultante es, por lo tanto, elíptica. La calidad del patrón en el campo lejano formado por los haces más cercanos, por lo tanto, se degrada con la proximidad a la  
15 cuchilla. Por lo tanto, algunos de estos haces necesitan una nueva configuración para que coincidan mejor con las bobinas cilíndricas. Mediante el uso de lentes con forma adecuada, como lentes anamórficas, se pueden remodelar los haces y mejorar la calidad.

Con referencia a la figura 3, se muestra una alternativa a las cuchillas reflectantes en la figura 2 para los elementos de corte de campo. En este caso, el elemento de corte de campo se crea usando una cuchilla de prisma 12. Cuando  
20 se usa un prisma, la separación de los haces se realiza por refracción y no por reflexión. La energía se enfoca mediante una lente 11a sobre la cuchilla de prisma 12 y se refracta en dos haces. Los haces incidentes en una primera superficie del prisma se refractan en una primera dirección y los haces incidentes en una segunda superficie del prisma se refractan en una segunda dirección. Como se muestra en la figura 3, los haces se cruzan en el prisma. Cada uno de los dos haces se reenfoca mediante una lente respectiva 11b, 11c en las respectivas bocinas 5a, 5b. Puede producirse  
25 una reflexión interna en el prisma y puede incluirse una lámina metálica (no mostrada) en la línea central del prisma para proporcionar aislamiento entre los haces. Nuevamente, el ángulo de las superficies del prisma frente a la radiación incidente puede estar entre 10 y 45 grados. Sin embargo, el ángulo exacto dependerá de la aplicación. El ángulo también puede ser mayor de 45 grados si es adecuado.

Con referencia a la figura 4, se muestra una alternativa a las lentes en la figura 2 para los elementos de enfoque. En esta realización, los elementos de enfoque son proporcionados por espejos 13 en lugar de lentes de campo. La energía se enfoca mediante una lente 11a sobre una cuchilla 10 y se refracta en dos haces. Cada haz se refleja a continuación por un espejo respectivo 13a, 13b hacia una bocina 5a, 5b. Como se muestra, cuando se usan espejos, los haces se cruzan cuando se alimentan en las bocinas. Los espejos pueden estar hechos de, pero no se limitan a, metal, como  
35 aluminio pulido.

En algunas realizaciones del cortador de haces, el elemento de corte de campo y el elemento de enfoque pueden combinarse como un solo elemento. En lugar de que el elemento de corte de campo se forme a partir de dos espejos lisos unidos a lo largo de un borde, los dos espejos pueden ser espejos conformados. La curvatura de los espejos a  
40 lo largo del borde de unión puede ser pequeña para mantener un grosor aproximadamente uniforme a lo largo del borde y reducir así la difracción en el borde de unión. El elemento de corte de campo volvería a enfocar el campo dividido y controlaría el perímetro de los haces resultantes. En consecuencia, el elemento de corte de campo dividiría el campo y reenfocharía la energía. Los espejos conformados pueden ser, por ejemplo, espejos cilíndricos unidos a lo largo de un borde afilado a lo largo de una línea paralela al eje del cilindro de cada uno de los espejos. Tal cuchilla  
45 volvería a enfocar el haz en un plano. Los espejos conformados también pueden comprender una forma correspondiente a cualquier otra sección cónica, tal como una forma elíptica o hiperbólica o una forma arbitraria elegida para optimizar el patrón.

Deberá tenerse en cuenta que se puede usar una combinación de cuchillas reflectantes 10, prismas 12, lentes 11 y  
50 espejos 13 para formar el cortador de haces 4. En la figura 5, se muestra la mitad de un cortador de haces 4 que produce 8 cortes del campo cercano. La cortadora de haces comprende tanto una cuchilla de prisma 12 como una cuchilla reflectante 10 para cortar el campo. Se muestra la trayectoria de un solo rayo a través del cortador de haces 4. La energía entrante se refleja por un espejo 14 en una primera cuchilla reflectante 10a que lleva a cabo la división de primer nivel del campo. La división del segundo nivel se realiza con otra cuchilla reflectante 10b, lo que crea dos  
55 grupos de dos haces. El primer par de haces se subdivide con una cuchilla reflectante adicional 10c mientras que los haces restantes se dividen con una cuchilla de prisma 12. Los haces resultantes se reenfocan para ser recibidos por las bocinas de alimentación 5a a 5d. Entre cada una de las divisiones, los campos se reenfocan a la siguiente cuchilla o bocina por medio de lentes de campo simples 11a-11g. Deberá entenderse que se pueden usar espejos en lugar de las lentes.

60 En algunas realizaciones de la invención, se introduce una distorsión previa en la forma de los haces correspondientes a las secciones del campo antes de dividir el campo para mejorar la separación de los haces. La distorsión del haz

puede ser proporcionada por un espejo de compensación 15 situado antes del elemento de corte de campo 12 en la trayectoria del campo como se muestra en la figura 6. El espejo de distorsión previa de compensación 15 está diseñado para alargar el campo en un plano paralelo al borde de la cuchilla, lo que permite que la cuchilla se acerque más al haz sin dispersión indebida y divida los haces que están muy juntos. Para algunos ángulos de incidencia en el espejo de distorsión previa, las secciones transversales de las porciones del campo correspondientes a los haces se alargan en una forma que se asemeja a una elipse aplanada con el eje mayor paralelo al borde de la cuchilla frente a la radiación. El espejo de distorsión previa de compensación 15 puede ser un espejo de sección cónica de compensación. Por ejemplo, el espejo puede presentar la forma de parte de un elipsoide o una esfera.

10 Como se muestra adicionalmente en la figura 6, se puede proporcionar un espejo de corrección 16 con parámetros de compensación correspondientes al espejo de distorsión previa 15 para reflejar el campo de corte. El segundo espejo 16 corrige la distorsión introducida por el primer espejo 15. También puede enfocar el haz reflejado. Por ejemplo, el espejo de corrección 16 puede devolver la sección transversal del haz a una forma circular deseada para hacer coincidir una bocina. El grado de distorsión del haz introducido por el espejo de distorsión previa depende del ángulo incidente del campo y, por lo tanto, varía de un ángulo de haz a otro.

Con referencia adicional a la figura 6, el espejo de distorsión 15 se coloca para permitir que el campo se acerque al espejo en un ángulo de alta incidencia (lejos de lo normal a la superficie). Como resultado, el comportamiento del haz en la región focal secundaria del espejo será de naturaleza cáustica con una delimitación nítida del campo hacia la superficie del reflector. El nivel de distorsión del haz dependerá del ángulo de reflexión en la superficie del espejo. Cuanto mayor es el ángulo de incidencia, lejos de lo normal a la superficie, mayor es la distorsión del haz. Si el haz incidente en el espejo de distorsión previa es oblicuo a la superficie del espejo, el haz está más distorsionado que un campo incidente en un ángulo normal a la superficie del espejo. En otras palabras, si el haz incidente se acerca al espejo lejos del primer foco del espejo, la distorsión es mayor.

25 A medida que el haz se aleja del espejo, la sección transversal del haz se alarga en un plano ortogonal al campo incidente y paralelo al borde de la cuchilla 10 del elemento de corte de campo. La cuchilla 10 puede situarse en la posición donde el campo se alarga en una línea (un cáustico) para aprovechar la geometría común del campo y la cuchilla (ambas líneas) y dividir el campo de manera eficiente. La distorsión de la forma del haz permite cortar el campo con menos energía pasando a la parte trasera de la cuchilla, lo que mejora la eficiencia de corte. Además, la región cáustica entre el espejo de distorsión previa 15 y la siguiente cuchilla 10 y el reflector, reduce el campo para el haz en los bordes posteriores de la cuchilla 10, lo que reduce los efectos de difracción entre estos dos bordes de la cuchilla 10. La figura 6 muestra una cuchilla reflectante 10, pero el borde de corte de campo también podría ser una cuchilla de prisma 12.

35 Como se muestra en la figura 6, uno de los haces está separado de los otros haces por el elemento de corte de campo 10, mientras que los otros haces se reflejan desde la cuchilla hacia el espejo de corrección 16, los cuales se cruzan en el camino. El espejo de corrección corrige la sección transversal en una sección transversal circular. Los haces pueden reflejarse o redirigirse a bocinas o separarse más mediante elementos de corte de campo adicionales 10, 12 (no mostrados). El haz que se separa en la cuchilla 10 que se muestra en la figura 6 tendría que ser corregido por otro espejo de corrección (no mostrado) para proporcionar una mejor coincidencia con una bocina de alimentación.

La forma de los haces en las imágenes 1 a 4, mostradas en la figura 6, se describirá con más detalle a continuación con referencia a las figuras 8(a) a 8(d).

45 En algunas realizaciones, el espejo de corrección 16 puede combinarse con los espejos 13, descritos con respecto a la figura 4, para enfocar las porciones de campo. Un espejo elipsoidal de compensación, colocado de tal manera que los haces incidan en un ángulo alto, puede corregir el haz para cualquier distorsión y reenfocar el haz en una forma adecuada para alimentar una bocina. Además, en algunas realizaciones, se puede usar una lente (no mostrada) para colocar los haces incidentes en el primer foco del primer espejo de compensación.

La figura 7 muestra esquemáticamente cómo los haces distorsionados inciden en la cuchilla. Las secciones transversales de los haces comprenden forma de elipses aplanadas en una cara del haz. Las secciones transversales de los haces se alargan en una dirección paralela al borde delantero de la cuchilla 10. Dado que el nivel de distorsión del haz depende del ángulo de reflexión de la superficie del espejo y cuanto más cerca esté el haz incidente a la superficie del espejo, mayor será la distorsión, los haces que están más alejados del frente del borde de la cuchilla están menos aplanados que los haces cerca del frente del borde de la cuchilla. La distorsión de los haces se exagera hasta cierto punto en la figura 7. Los haces con ángulos de incidencia bajos pueden estar menos distorsionados que los haces que se muestran en la figura 7.

60 Las figuras 8a a 8d muestran el resultado de una simulación del efecto de los espejos de distorsión previa y corrección en el cortador de haces de la figura 6. Las figuras muestran la intensidad del haz (irradiancia coherente) en vatios por

metro cuadrado ( $W \cdot m^{-2}$ ) en áreas de un tamaño de 10 mm x 10 mm en cuatro etapas distintas en la trayectoria del haz. El intervalo de intensidad del haz corresponde a un rango de 0 a -50 dB. Como se ve en la figura 8 (a), el campo comienza como cuatro haces muy juntos (imagen 1 en la figura 6). La figura 8 (b) muestra la forma de los haces justo antes de que los cuatro haces se reflejen en el elemento de corte de campo 10 (imagen 2 en la figura 6) y la figura 8(c) muestra la forma de los haces justo después de que los tres haces restantes hayan sido reflejados por el elemento de corte hacia el espejo de corrección (imagen 3 en la figura 6). Justo antes y después del elemento de corte 10, se puede ver que los haces se han separado y algunos de los haces se han distorsionado en una forma vertical. La forma dependerá del ángulo de incidencia en el espejo de distorsión previa 15 y la posición de la imagen en la trayectoria del campo. La figura 8 (d) muestra la forma de los haces después de que el campo haya sido corregido (imagen 4 en la figura 6). Como se muestra, después de la corrección, el haz más cercano al eje ahora es casi circular. Los otros haces se volverán circulares en posiciones ligeramente distintas a lo largo del eje.

Deberá tenerse en cuenta que en el cortador de haces donde se introduce distorsión para cortar el campo de manera más eficiente, no se requiere un espejo de corrección después de cada elemento de corte de campo 10. Si la orientación del campo con respecto a la cuchilla es satisfactoria (suficientemente paralela), el campo puede cortarse nuevamente sin corrección. Cuando se ha separado un haz en particular, se puede usar un espejo de corrección antes de la bocina de alimentación para corregir el haz hacia un perfil circular para hacer coincidir la bocina de alimentación.

Con referencia a la figura 9, en algunas realizaciones, el efecto de distorsión previa, el efecto de corrección y el efecto de enfoque son proporcionados por las propias cuchillas. La figura 9 muestra un solo haz reflejado entre tres cuchillas 10a', 10b' y 10, hacia una bocina 5. La primera cuchilla 10a' y la última cuchilla 10b' comprenden caras curvas. En una realización, la curvatura corresponde a la curvatura de una esfera, pero también son posibles otras formas. La segunda cuchilla es una cuchilla plana. Las caras curvas de la primera cuchilla 10a' están diseñadas para distorsionar el haz y las superficies curvas de la última cuchilla 10b' están diseñadas para proporcionar una corrección correspondiente al haz y enfocar el haz en un haz redondo. La segunda cuchilla plana 10 se proporciona para interceptar el campo entre los dos espejos curvos y cortar el campo nuevamente.

Como se muestra en la figura 9, un haz incide y se refleja por la primera cuchilla 10a'. La primera cuchilla además enfoca y distorsiona el haz para permitir que el haz se separe más fácilmente en la siguiente cuchilla. En otras palabras, el corte y la distorsión previa para la siguiente cuchilla se realizan de una vez por la primera cuchilla. El haz se refleja a continuación desde la cara de la segunda cuchilla plana 10, corregido y reenfocado por la última cuchilla curva 10b' y alimentado a la bocina 5. La cuchilla plana 10 solo actúa como un reflector para el haz que se muestra en la figura 9. En consecuencia, para una aplicación particular y un campo entrante, la cuchilla plana 10 puede reemplazarse con un espejo.

Sin embargo, en función de la orientación angular de la cuchilla plana 10 y de dónde incida el campo en la primera cuchilla curva, la cuchilla plana también puede usarse como un elemento de corte de haz. De manera similar, la última cuchilla curva 10b' también actúa como un reflector para el haz que se muestra en la figura 9 pero, al cambiar su orientación angular, la cuchilla curva 10b' puede usarse para cortar aún más el haz al usar cuchillas curvas, la difracción entre los distintos haces se minimiza y el campo se corta de manera más eficiente. Los haces más alejados del eje de la cuchilla curva no se distorsionan tanto como los haces más cercanos al eje y pueden cortarse mediante la misma técnica nuevamente, es decir, otra cuchilla curva. En consecuencia, en algunas realizaciones, la cuchilla plana puede ser reemplazada por una tercera cuchilla curva o, como se mencionó anteriormente, la orientación angular de la última cuchilla curva puede modificarse para cortar aún más el campo. Deberá tenerse en cuenta que las cuchillas curvas pueden presentar una curvatura distinta en cada cara para compensar las diferencias en las formas de los haces incidentes en distintas posiciones de la cuchilla.

Las unidades de procesamiento 6, que comprenden, por ejemplo, amplificadores y mezcladores, no se muestran en las figuras 3, 4, 5, 6 y 9 en aras de la claridad. Sin embargo, deberá tenerse en cuenta que cada bocina de alimentación se puede conectar a varios componentes de procesamiento de señal. Además, deberá tenerse en cuenta que las líneas y planos mostrados cerca de las cuchillas en las figuras 3 a 6, perpendiculares a la radiación incidente para las cuchillas reflectantes y paralelas a la radiación incidente para las cuchillas refractivas, son líneas de campo esquemáticas y no forman parte de las cuchillas.

Las figuras 10 y 11 ilustran una realización del cortador de haces 4 que comprende elementos de corte de campo 10, 12 proporcionados por cuchillas metálicas y elementos de enfoque proporcionados por espejos metálicos de compensación. Al seleccionar cuchillas y espejos metálicos, el cortador de haces, o al menos la mayoría de los componentes del cortador de haces, se puede hacer completamente de metal. En la realización de las figuras 10 y 11, el cortador de haces 4 se proporciona como una única unidad 17 conformada a partir de un único bloque mecanizado de metal 18 y equipada con una tapa 19. Como alternativa, el cortador de haces 4 puede construirse a partir de una pluralidad de componentes que forman un conjunto como si estuvieran cortados de un solo bloque de metal. La unidad puede comprender ranuras para recibir cualquier componente separado, como, por ejemplo, cualquier lente de plástico

requerida o espejos anamórficos fabricados por separado. Las cuchillas pueden ser cuchillas planas o curvas. El diseño es compacto, tiene sus componentes en un solo plano y proporciona mucho espacio para las bocinas de alimentación y sus componentes detectores asociados, por ejemplo, los bloques mezcladores y los amplificadores de bajo ruido 6.

5

Como se muestra en la figura 10, la radiación se recibe a través de una abertura 20 en el bloque hacia un foco en una región de 3 a 5 mm dentro del bloque. Se proporciona una cuchilla de primer nivel 10a en la región de enfoque para dividir la radiación en dos secciones. Se proporciona un par de cuchillas de segundo nivel 10b, 10c para cortar cada una de las dos secciones en dos cortes para formar dos conjuntos de dos cortes. No se usan espejos separados entre las cuchillas de primer nivel y de segundo nivel en esta realización. Las superficies reflectantes de la cuchilla de primer nivel pueden ser espejos lisos o pueden ser espejos cilíndricos o esféricos que también reenfocan la energía hacia la segunda cuchilla. Las paredes del interior del bloque tienen forma de máquina y están pulidas para actuar como espejos para reflejar y reenfoque el campo hacia otra cuchilla o una bocina de alimentación. Las paredes también pueden ser plateadas o doradas. Los dos conjuntos de dos cortes se reflejan en las cuchillas de tercer nivel 10d-10g que dividen la radiación en ocho cortes, que a su vez son detectados por las bocinas.

Como se mencionó anteriormente, una o más de las cuchillas 10e a 10g de la figura 10 pueden comprender además superficies curvas para introducir una distorsión o proporcionar una corrección correspondiente, como se describe con referencia a la figura 9, para permitir que se separen los haces más juntos. Alternativamente, o adicionalmente, aunque no se muestra en la figura 10, la unidad única 17 también podría diseñarse para incluir un espejo de distorsión previa 15 y/o un espejo de corrección 16 como se describe con respecto a la figura 6 para mejorar aún más la eficiencia de corte.

La figura 11 muestra el bloque cortador de haces 17 desde el lateral sin las bocinas de alimentación. Los orificios 21a-21d para recibir las bocinas de alimentación 5a-5d de la figura 10 están ubicados a lo largo del lateral del cortador de haces. Como ejemplo, para una aplicación con radiación de 300 GHz, la altura del bloque, incluida la tapa, puede ser de aproximadamente 20 mm.

Dos o más de los bloques 17 descritos con referencia a las figuras 10 y 11 pueden apilarse para proporcionar polarización lineal dual y bandas adicionales de operaciones. En la figura 12 se muestra un diagrama esquemático de una unidad de corte de haces de cuatro bloques. En la región de enfoque del sistema de antena se proporciona una placa de polarización 22 para separar el campo cercano en dos polarizaciones distintas. Cada porción de la energía de campo cercano se divide a continuación, por ejemplo, por una superficie selectiva de frecuencia (FSS) o un filtro dicróico 23a, 23b en dos frecuencias distintas que proporcionan dos grupos de dos porciones de campo. Las porciones de campo resultantes se enfocan, usando espejos 24a, 24b si es necesario, en la primera cuchilla de cada bloque 17a-17d y a continuación se dividen y se redirigen a las bocinas de alimentación (no se muestran en la figura 12). Si cada bloque produce 8 haces, la unidad produciría una matriz fija de 8 haces con haces corregibles en frecuencia y polarización. Por supuesto, se pueden proporcionar superficies selectivas de frecuencia adicionales para dividir el campo en intervalos de frecuencia más pequeños. Deberá tenerse en cuenta que las divisiones basadas en la polarización y la frecuencia son solo ejemplos y las divisiones basadas en otras características de la radiación también pueden considerarse.

Aunque las figuras 10, 11 y 12 muestran el componente de cada bloque de corte de haces en un solo plano, deberá entenderse que los componentes para cada bloque de corte de haces podrían montarse en planos distintos en un espacio 3D compacto si así lo requiere la aplicación.

También deberá tenerse en cuenta que las cuchillas y los elementos de enfoque también podrían usarse en una antena de transmisión para producir una colección de haces estrechamente concentrados para la transmisión por la antena. El cortador de haces 4 proporcionaría a continuación un combinador de haces en su lugar. En una antena de transmisión, las bocinas de alimentación producen distintos haces que se transmiten hacia los elementos de corte. Cada uno de los elementos de corte 10, 12 refleja o refracta una pluralidad de haces incidentes para producir un conjunto de haces adyacentes estrechamente concentrados. Los elementos de enfoque 11, 13 vuelven a enfocar y remodelar el conjunto de haces estrechamente concentrados. Los elementos de corte más cercanos a las bocinas de alimentación reflejan o refractan dos haces en un conjunto de dos haces adyacentes, mientras que los elementos de corte más alejados de las bocinas de alimentación reflejan dos conjuntos de haces adyacentes, o un conjunto de haces adyacentes y un solo haz, en un nuevo conjunto de haces adyacentes. Los elementos de corte están dispuestos de manera que al menos dos haces inciden en un elemento de corte desde distintas direcciones pero se reflejan, o se refractan, sustancialmente en la misma dirección. Los elementos de corte pueden diseñarse con superficies curvas, como se describe con referencia a las figuras 6 a 9, para distorsionar y corregir los haces para crear haces más cercanos. Alternativa o adicionalmente, se puede incluir un espejo de distorsión 15 y un espejo de corrección 16 para mejorar aún más la eficiencia mediante la cual se combinan los haces. Un combinador de haces podría, por ejemplo, usarse en sistemas de transmisión de radar o telecomunicaciones en los que se requieren haces estrechamente

concentrados. En el sistema de transmisión, las bocinas de alimentación se ubicarían fuera de la región focal, pero las cuchillas, los espejos y las lentes redirigirían los haces desde las bocinas de alimentación a la región focal para su transmisión por el sistema de antena, lo que permite producir haces más estrechamente concentrados que cuando las bocinas de alimentación se ubican en la región focal. En función de la disposición de los reflectores en la antena de 5 transmisión, la región focal correspondería a un foco de un solo reflector o un foco de un subreflector.

La antena de transmisión podría presentar la misma disposición de componentes que se describe con respecto a las figuras 1 a 12 para una antena de recepción, pero la dirección de radiación sería, por supuesto, la opuesta a la descrita con respecto a las figuras anteriores. Por ejemplo, con referencia a la figura 2, los haces serían producidos por bocinas 10 de alimentación 6a a 6f, enfocadas por lentes 11b, 11d, 11e, 11h, 11i y 11j y combinadas sucesivamente por cuchillas 10a a 10j para formar un conjunto de haces estrechamente concentrados. A continuación, con referencia a la figura 1, el conjunto de haces se reflejaría por el reflector secundario 3 hacia el reflector principal 2 y se alejaría del sistema de antena 1.

15 Si bien se han descrito ejemplos específicos de la invención, el alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas y no se limita a los ejemplos. Por lo tanto, la invención podría implementarse de otras maneras, como apreciarían los expertos en la materia.

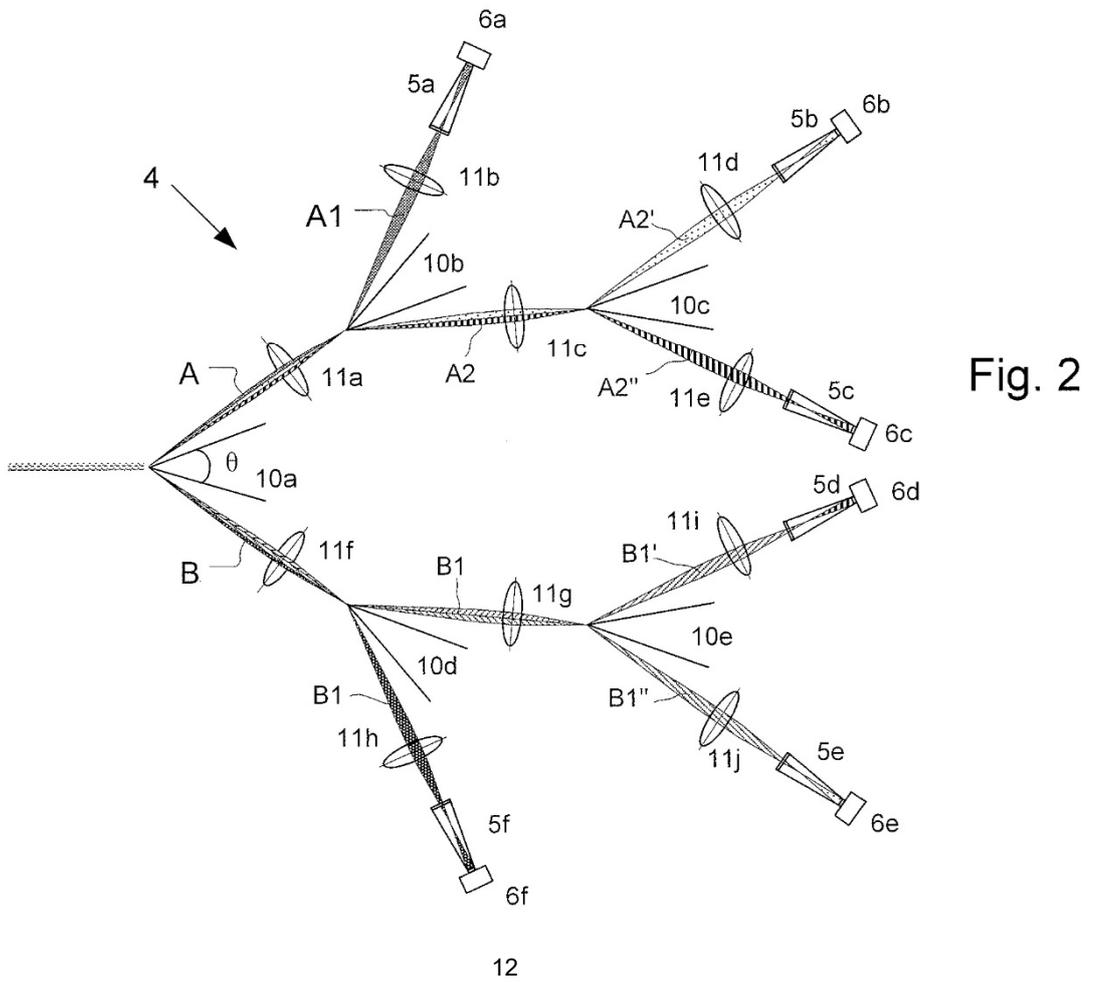
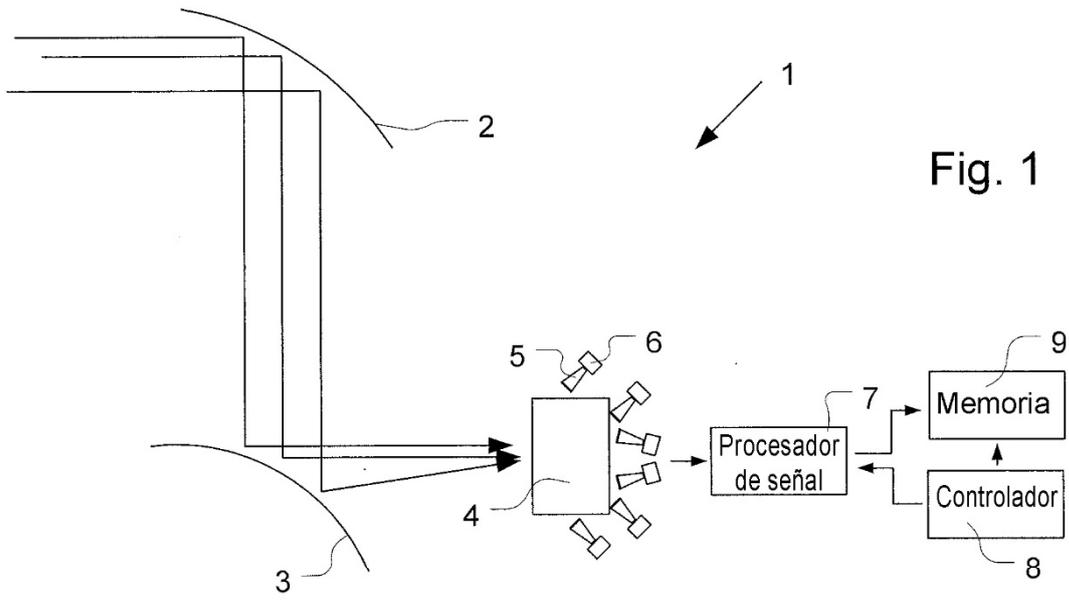
Por ejemplo, aunque algunos componentes del cortador de haces se han etiquetado como espejos y otros 20 componentes se han etiquetado como cuchillas, deberá entenderse que las cuchillas se pueden usar para reflejar y cortar el campo. Por lo tanto, los espejos pueden reemplazarse por cuchillas y las cuchillas que solo proporcionan una función reflectante pueden reemplazarse por espejos. Además, el número de cuchillas utilizadas en el cortador de haces dependerá de la aplicación. En algunas realizaciones, se usa una sola cuchilla mientras que en otras realizaciones se usa una pluralidad de cuchillas.

25 Además, aunque se ha descrito que el cortador de haces corta el campo cercano del sistema de antena, deberá entenderse que el campo electromagnético cortado por el cortador de haces no se limita al campo cercano de una antena. El cortador de haces podría usarse para cortar cualquier campo electromagnético. Podría ser posible que el campo electromagnético esté en el campo lejano de algún componente del sistema y el cortador de haces podría 30 usarse para dividir el campo lejano de ese componente. Además, aunque se ha descrito que el sistema de antena de la figura 1 presenta una configuración particular de reflectores principales y secundarios para recibir la radiación entrante o transmitir la radiación saliente, el sistema de antena puede presentar cualquier disposición de los reflectores adecuada.

## REIVINDICACIONES

1. Uso del dispositivo (4) para dividir un campo electromagnético recibido por un sistema de antena (2, 3), donde el dispositivo comprende:
- 5 una o más cuchillas (10a-10f) configuradas para dividir el campo electromagnético en una pluralidad de secciones; donde cada una de las una o más cuchillas comprende una primera y una segunda superficie que se cruzan en un borde;
- el uso comprende colocar una primera cuchilla de una o más cuchillas en la región focal del sistema de antena, de modo que una o más cuchillas estén dispuestas para dividir un campo electromagnético recibido por el sistema de
- 10 antena en una pluralidad de secciones correspondientes a haces separados y para redirigir cada una de dicha pluralidad de secciones lejos de la región focal del sistema de antena;
- donde los bordes de una o más cuchillas están configurados para dividir el campo redirigiendo una primera sección del campo incidente en la primera superficie en una primera dirección y una segunda sección del campo incidente en la segunda superficie en una segunda dirección distinta de la primera dirección.
- 15
2. Uso de un dispositivo según la reivindicación 1, donde cada una de las cuchillas está configurada para redirigir una sección del campo en una dirección basada en el punto de incidencia en esa cuchilla.
3. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el dispositivo
- 20 comprende una pluralidad de cuchillas (10a-10f) configuradas para dividir el campo en secciones sucesivamente cada vez más pequeñas.
4. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos una de las una o más cuchillas comprende una cuchilla de prisma (12).
- 25
5. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos una de las una o más cuchillas comprende una cuchilla reflectante y la cuchilla reflectante comprende dos superficies reflectantes unidas en ángulo.
- 30
6. Uso de un dispositivo según la reivindicación 5, donde el dispositivo comprende al menos dos cuchillas, una de las cuchillas que comprende dichas dos superficies reflectantes y dichas dos superficies reflectantes conformadas para distorsionar la pluralidad de secciones del campo para permitir que la otra cuchilla de las al menos dos cuchillas para cortar la pluralidad de secciones del campo de manera más precisa y preferiblemente las dos superficies reflectantes están conformadas para alargar la sección transversal de los haces correspondientes a las
- 35 secciones del campo.
7. Uso de un dispositivo según la reivindicación 5, donde las dos superficies reflectantes están conformadas para enfocar una de la pluralidad de secciones del campo hacia un detector o donde el dispositivo comprende al menos dos cuchillas, una de las cuchillas comprende dichas dos superficies reflectantes y dichas dos
- 40 superficies reflectantes conformadas para enfocar una de la pluralidad de secciones del campo hacia la otra cuchilla de las al menos dos cuchillas.
8. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el dispositivo comprende además un espejo distorsionador para reflejar la pluralidad de secciones del campo sobre una o más
- 45 cuchillas, el espejo distorsionador conformado para alargar la sección transversal de los haces correspondiente a la pluralidad de secciones del campo para permitir que una o más cuchillas corten la pluralidad de secciones del campo con mayor precisión.
9. Uso de un dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el dispositivo
- 50 comprende además medios para enfocar (11a-11j) al menos una de dicha pluralidad de secciones del campo en un detector (5) o donde el dispositivo comprende al menos dos cuchillas, y el dispositivo comprende además medios de enfoque (11a-11j) para enfocar una de la pluralidad de secciones del campo desde una de las cuchillas a la otra cuchilla de las al menos dos cuchillas y donde preferiblemente los medios para enfocar la pluralidad de secciones del campo comprenden al menos uno de entre un espejo y una lente.
- 55
10. Uso del dispositivo de la reivindicación 9, donde los medios para enfocar la pluralidad de secciones del campo están conformados para remodelar la pluralidad de secciones del campo en haces circulares.
11. Uso de un dispositivo según la reivindicación 9 o 10, donde una o más cuchillas comprenden una
- 60 pluralidad de cuchillas reflectantes metálicas y los medios para enfocar comprenden una pluralidad de espejos metálicos reflectantes y donde la pluralidad de cuchillas reflectantes y espejos reflectantes son parte de un solo bloque de metal (16).

12. Un dispositivo que comprende:  
un sistema de antena que tiene una región focal; y  
un dispositivo que comprende una o más cuchillas (10a-10f) configuradas para dividir un campo electromagnético en  
5 una pluralidad de secciones;  
donde cada una de las una o más cuchillas comprende una primera y una segunda superficie que se cruzan en un  
borde;  
donde una primera cuchilla de una o más cuchillas se coloca en la región focal del sistema de antena, de modo que  
la una o más cuchillas están dispuestas para dividir el campo electromagnético recibido por el sistema de antena en  
10 una pluralidad de secciones correspondientes para separar haces y para redirigir cada una de dicha pluralidad de  
secciones lejos de la región focal del sistema de antena;  
donde los bordes de una o más cuchillas están configurados para dividir el campo redirigiendo una primera sección  
del campo incidente en la primera superficie en una primera dirección y una segunda sección del campo incidente en  
la segunda superficie en una segunda dirección distinta de la primera dirección.
- 15 13. Un dispositivo que comprende una pluralidad de capas (15), donde cada capa comprende un dispositivo  
según la reivindicación 12 y una abertura para recibir radiación, el dispositivo comprende además un divisor para dividir  
la radiación entrante en base a la polarización (20) o la frecuencia (21a, 21b) de la radiación y redirigiendo la radiación  
dividida en capas separadas a través de dichas aberturas.
- 20 14. Un sistema de antena que comprende el dispositivo según la reivindicación 12 o el dispositivo según la  
reivindicación 13 y una pluralidad de bocinas de alimentación (5a-5f) para recibir las secciones redirigidas del campo.
15. Un dispositivo que comprende:  
25 un sistema de antena que tiene una región focal;  
una pluralidad de bocinas de alimentación (5a-5f) para producir una pluralidad de haces; y  
un dispositivo que comprende una o más cuchillas (10a-10f), donde cada una de las una o más cuchillas comprende  
una primera y una segunda superficie que se cruzan en un borde;  
donde la pluralidad de bocinas de alimentación están dispuestas para dirigir la pluralidad de haces a la una o más  
30 cuchillas,  
donde al menos una cuchilla está dispuesta para unir dos de la pluralidad de haces para formar un campo  
electromagnético para la transmisión por el sistema de antena al redirigir un primer haz incidente en la primera  
superficie y un segundo haz incidente en la segunda superficie en la misma dirección hacia la región focal del sistema  
de antena.



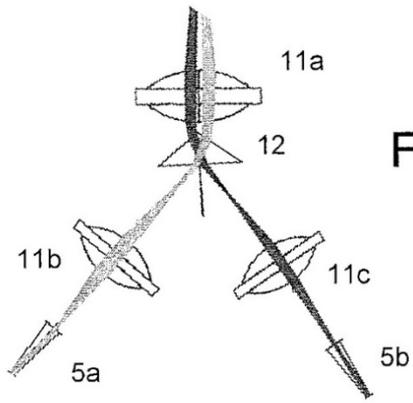


Fig. 3

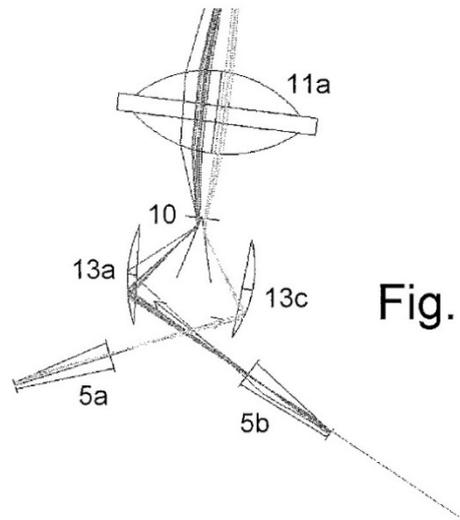


Fig. 4

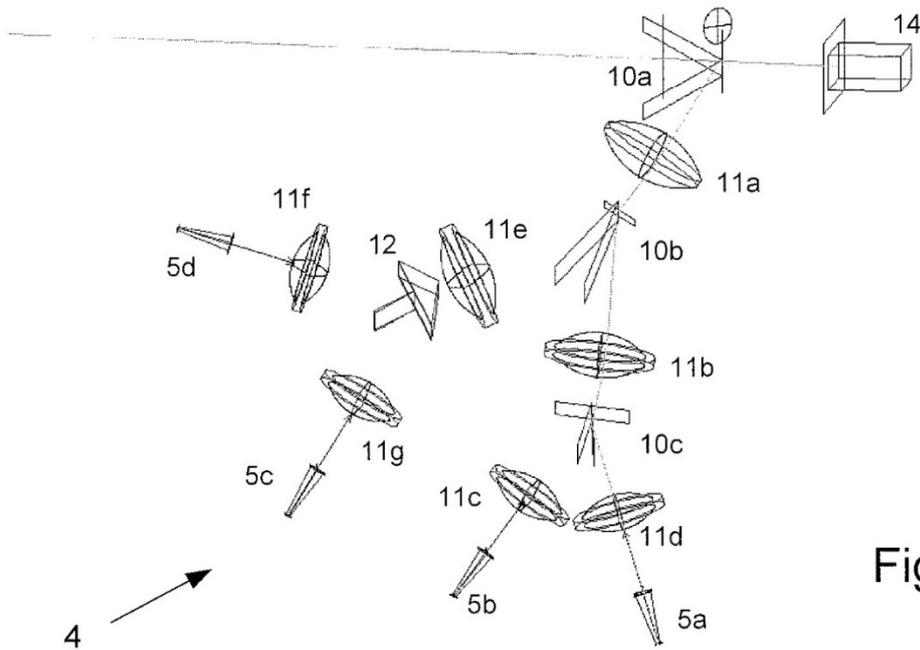


Fig. 5

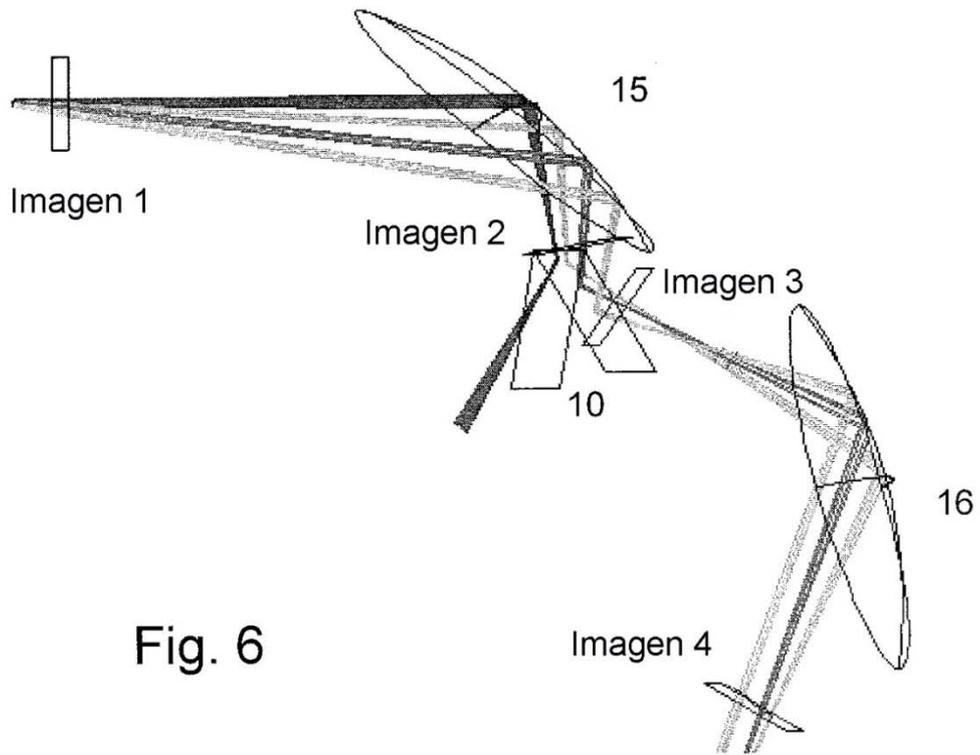


Fig. 6

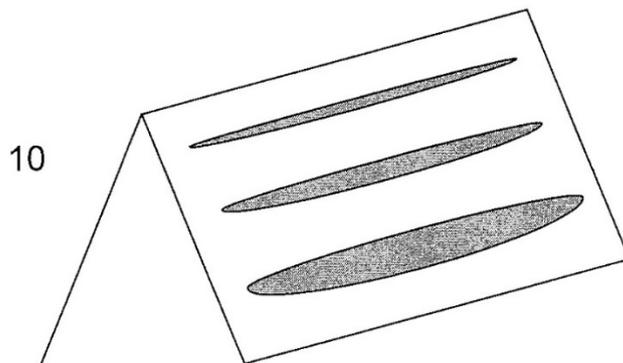
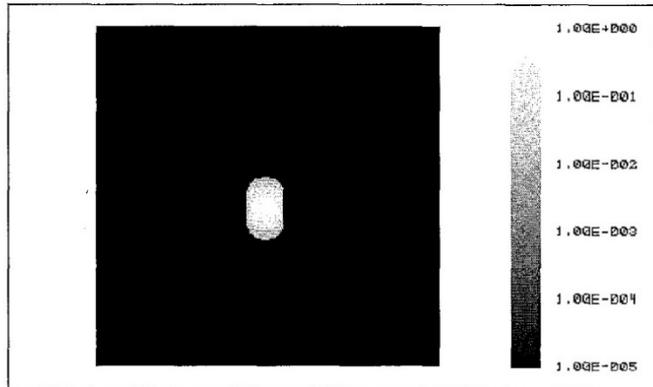


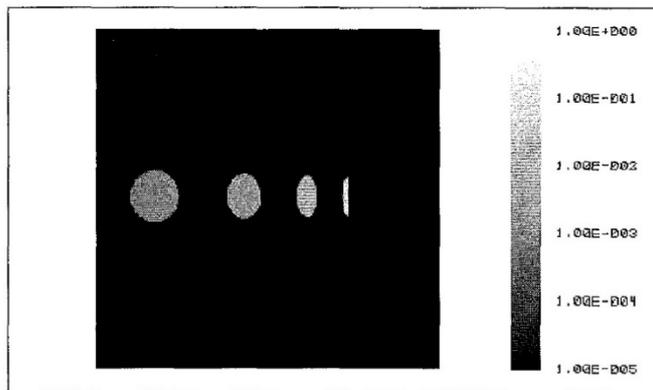
Fig. 7

Fig. 8

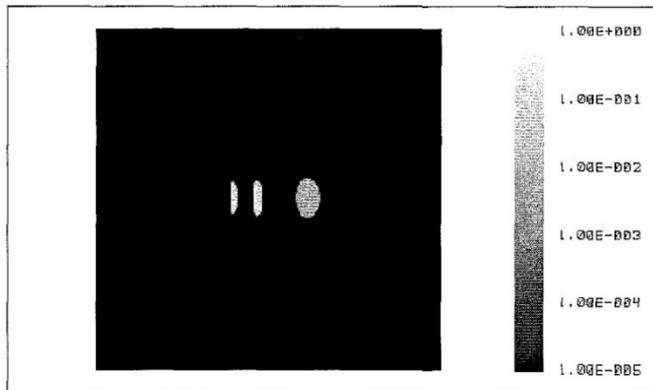
(a)



(b)



(c)



(d)

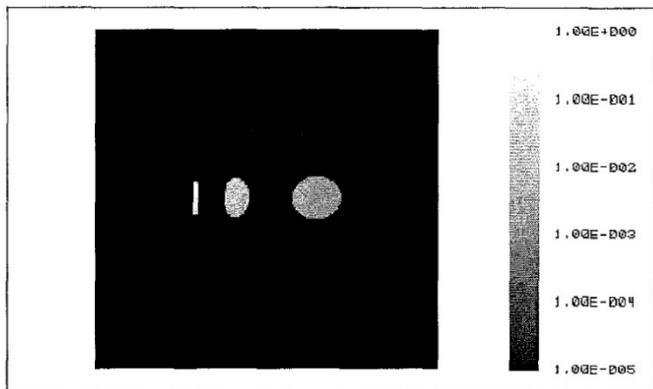


Fig. 9

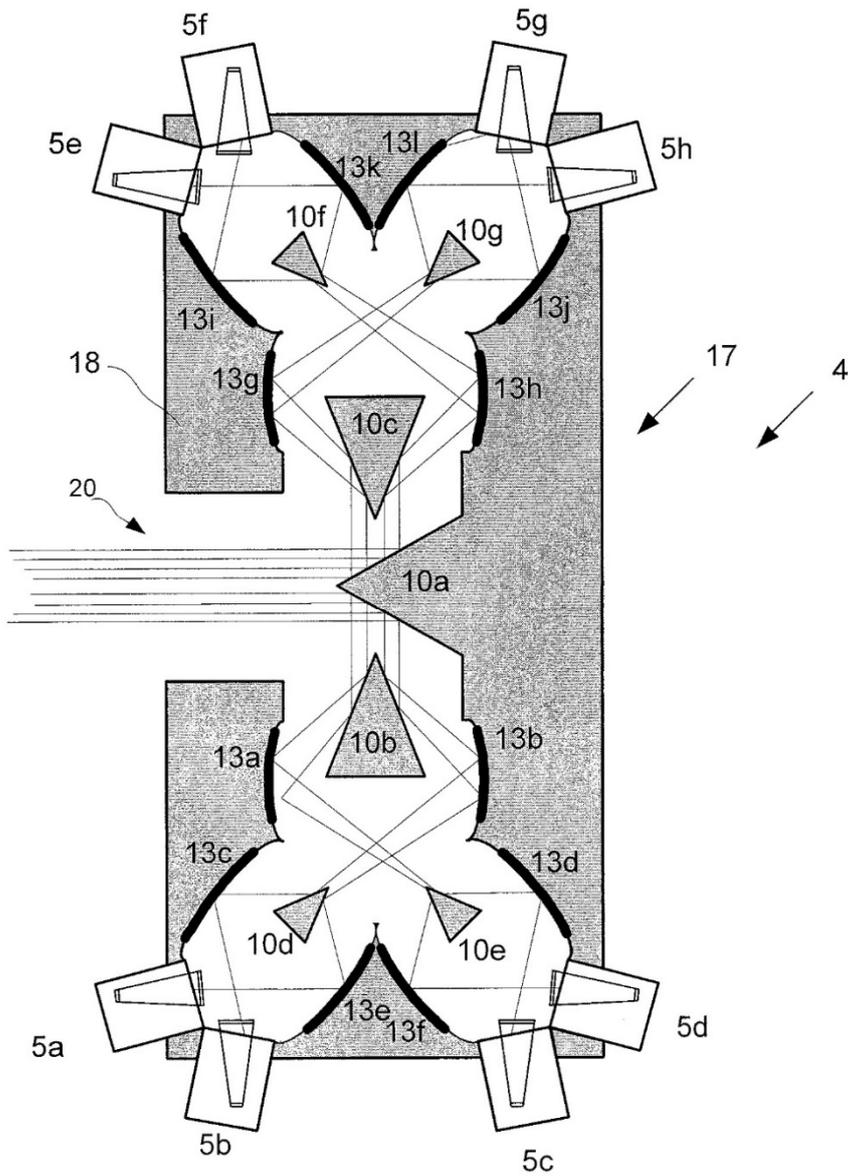
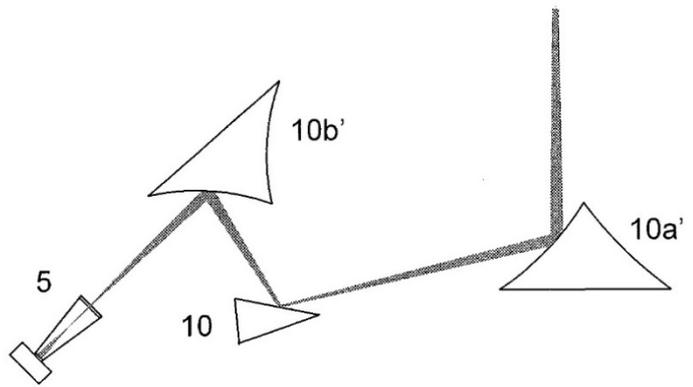


Fig. 10

Fig. 11

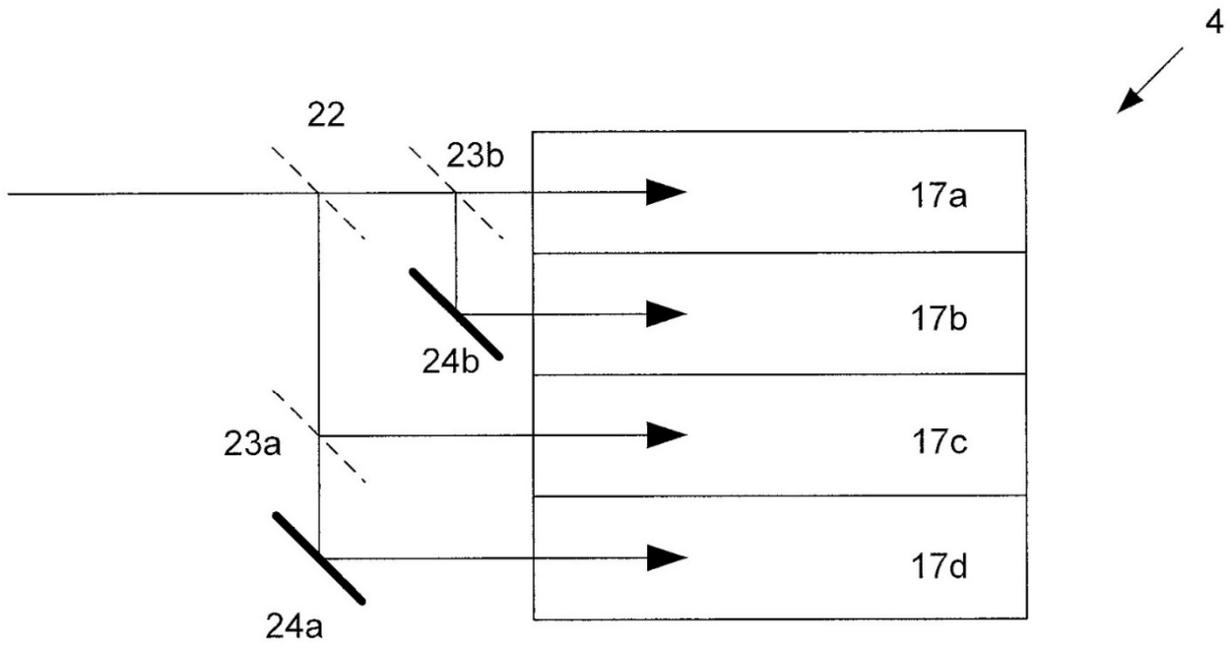
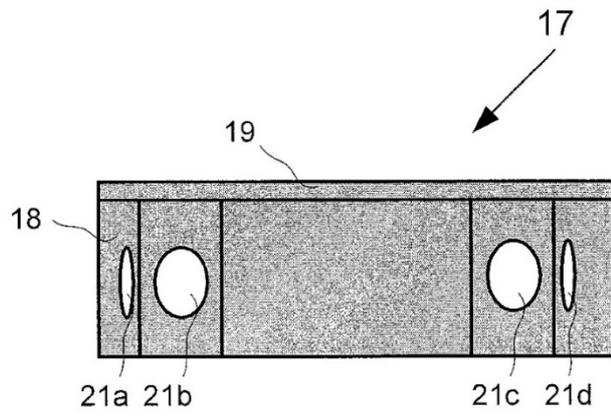


Fig. 12