

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 186**

51 Int. Cl.:

H01Q 13/20 (2006.01)

H01P 5/12 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

H01P 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2014 E 14182651 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 2843763**

54 Título: **Dispositivo de radiofrecuencia con estructura de alimentación**

30 Prioridad:

29.08.2013 US 201314013279

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

10.11.2020

73 Titular/es:

**THINKOM SOLUTIONS, INC. (100.0%)
20000 Mariner Avenue, Suite 500
Torrance, CA 90503, US**

72 Inventor/es:

**MILROY, WILLIAM;
LEMONS, ALAN y
SOR, JAMES**

74 Agente/Representante:

FLORES DREOSTI, Lucas

ES 2 792 186 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 de radiofrecuencia con estructura de alimentación

CAMPO TÉCNICO

5 [0001] La presente invención se refiere, en general, a dispositivos de radiofrecuencia (RF) que emplean una estructura de alimentación y, más concretamente, a la alimentación eficiente de estructuras de línea de transmisión.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

10 [0002] Las estructuras de línea de transmisión de RF a menudo incluyen paredes limítrofes opuestas entre las cuales se pretende propagar energía electromagnética o de RF. Los diversos tipos de estructuras de línea de transmisión de RF incluyen, por ejemplo, estructuras de placas paralelas abiertas, de guías de ondas y basadas en cavidad resonante. Frecuentemente, las estructuras de línea de transmisión de RF se combinan con una estructura de alimentación configurada para introducir energía de RF en una zona entre las paredes limítrofes opuestas con el objetivo de iluminar de forma eficaz y eficiente la estructura de línea de transmisión de RF, adaptada a la distribución de fase y de amplitud deseada. Muy a menudo, se desea obtener una iluminación o un lanzamiento eficientes de la energía de RF con una coherencia con buen comportamiento (iluminación de fase uniforme) sobre un ancho de banda de frecuencia de funcionamiento amplio.

20 [0003] La práctica actual de alimentación de estructuras de línea de transmisión de RF de tipo agrupación plana de placas paralelas y basadas en guías de ondas incluye: arquitectura de alimentación de *rectángulo/cuadrado inscrito*, donde una alimentación de línea o una agrupación lineal de acopladores (puntos de alimentación basados en guías de ondas o cables coaxiales orientados a lo largo de una sola línea) lanzan una onda plana interna coherente que ilumina una región generalmente rectangular (pero deja regiones exteriores fuera de la región rectangular inscrita, pero dentro del límite circular, generalmente sin iluminar/desaprovechadas); *arquitecturas de alimentación de perímetro discreto*, que utilizan elementos individuales o grupos de elementos orientados a lo largo del perímetro de agrupación con el objetivo de alimentar una proporción mayor de la región circular, pero generalmente soportan solo bandas de frecuencia de funcionamiento estrechas y requieren alimentaciones de guías de ondas y lanzamientos/transiciones complejos y difíciles de empaquetar para proporcionar la coherencia de fase necesaria; y *antenas de ranura de guías de ondas alimentadas directamente*, donde se emplea una alimentación de grupo de complejo independiente (de montaje posterior) y/o de guías de ondas con alimentación de onda estacionaria para iluminar de manera coherente la forma de antena circular deseada en un factor de forma pseudocircular "redondeado".

35 [0004] Especialmente, en aplicaciones de agrupación de antenas plana de placas paralelas abierta, por ejemplo, suele desearse darle a la antena una forma circular o casi circular (elíptica). Algunos ejemplos incluyen sustitutos de agrupación plana para antenas de disco parabólico elípticas o circulares (para la comunicación por satélite, la comunicación terrestre entre puntos fijos, los sistemas de radares, etc.). No obstante, las arquitecturas de alimentación basadas en guías de ondas tradicionales, por su naturaleza, son generalmente rectilíneas por naturaleza y, por consiguiente, tienen dificultades para alimentar de manera eficiente una forma circular. Un cuadrado inscrito llena geoméricamente solo un 64 % de una zona circular y, debido a limitaciones finitas, en general, no es posible alimentar la antena por todo su perímetro físico (es decir, los grados de eficacia "prácticos" de cuadrado inscrito suelen ser inferiores a un 60 %).

40 [0005] En general, las agrupaciones de antenas planas en factores de forma circulares o elípticos son generalmente alimentadas por medio de un montaje posterior independiente (antenas de ranura de guías de ondas alimentadas directamente) donde se emplea una alimentación de grupo de complejo independiente (de montaje posterior) y/o de guías de ondas con alimentación de onda estacionaria para iluminar de forma coherente la forma de antena circular deseada en un factor de forma pseudocircular "redondeado". Tales agrupaciones están limitadas por naturaleza a un funcionamiento con banda de frecuencia estrecha y la complejidad en relación con el volumen y el embalaje asociada a la alimentación de grupo de guías de ondas (normalmente, multinivel) supone sumar un peso y un coste no deseados.

50 [0006] En el caso especial de las agrupaciones de antenas planas basadas en líneas de transmisión de placas paralelas, tal como la agrupación de *stubs* transversales continuos (CTS) y la agrupación de *stubs* transversales continuos de inclinación variable (VICTS), la situación actual de la tecnología (de alimentación) ha consistido tradicionalmente en la utilización (en orden ascendente de mayor rendimiento de zona y de mayor coste/complejidad) de una sola alimentación lineal ("cuadrado/rectángulo inscrito") o de diversas alimentaciones lineales paralelas ("alimentación escalonada") o de diversas subagrupaciones ("alimentación modularizada") o por medio de ranuras de alimentación de perímetro con alimentación discreta ("alimentación de ranura de perímetro"). Aunque estos enfoques presentan diversos niveles de rendimiento y de eficacia de zona, todos ellos adolecen de la incapacidad común de llenar completamente todo el alcance circular de la agrupación de antenas

y (en concreto, en el caso de las últimas estructuras más complejas) aumentan de manera significativa la complejidad y el coste, al tiempo que limitan el ancho de banda de frecuencia de funcionamiento global.

5 **[0007]** En la figura 1, se ilustra una metodología de alimentación de "cuadrado inscrito" típica, donde una sola alimentación de línea de guía de ondas 10 representa una fuente de RF lineal que lanza de manera coherente ondas electromagnéticas 12 de placas paralelas que se propagan dentro de una región de placas paralelas delimitada 14 y que, en general, proceden de un ángulo normal/ortogonal con respecto a un eje 16 de la alimentación 10. La región de placas paralelas 14 presenta un factor de forma circular y la alimentación de línea 10 ilumina una región en forma de cuadrado o de rectángulo 20 inscrita en la región circular disponible. Geométricamente, este enfoque estimula el 64 % de la zona disponible, pero en la práctica esta figura es, en general, inferior debido a las limitaciones prácticas del alcance físico de la alimentación de línea 10.

15 **[0008]** En la figura 2, se ilustra una variante del cuadrado inscrito de la figura 1, donde se crean múltiples regiones rectangulares de ondas de placa paralela 12 que se propagan, cada una de ellas siendo alimentada por su alimentación de línea 10 de guía de ondas única específica propia. Este método puede proporcionar rendimientos de zona ligeramente superiores en comparación con el cuadrado inscrito, pero a costa de un número de componentes y de una complejidad de embalaje global significativamente superiores. Además, la longitud escorzada de las trayectorias de onda/modo en cada región rectangular pueden dar lugar a consecuencias imprevistas, por ejemplo, limitaciones en el acoplamiento de radiador de antena, así como artefactos de lóbulo lateral de antena no deseados, asociados a la "mezcla" imperfecta (discontinuidades) entre regiones adyacentes en el caso de una agrupación de antenas plana.

20 **[0009]** Se conoce otra extensión del enfoque rectangular (no se muestra), donde la alimentación se "modulariza" en regiones de subagrupación individuales con sus propios mecanismos de alimentación correspondientes. Dicha extensión presenta la ventaja de ofrecer un rendimiento de zona añadido (llenado del factor de forma circular disponible) pero, de nuevo a costa, por ejemplo, de una degradación del acoplamiento de radiador de antena y de los lóbulos laterales en el caso de una agrupación de antenas plana.

25 **[0010]** En la figura 3, se ilustra un método de alimentación "discreta de perímetro" donde los elementos de alimentación individuales 22 se introducen a lo largo del perímetro (en este caso, la mitad izquierda) del factor de forma circular de la región de placas paralelas 14. Los elementos de alimentación individuales 22 lanzan las ondas de placas paralelas que se propagan 12 a lo largo de la mitad izquierda y (opcionalmente) una alimentación de línea de guía de ondas 10 situada en medio del factor de forma circular lanza las ondas de placas paralelas 12 a lo largo de la mitad derecha. De nuevo, este método obtiene una buena mejora en el rendimiento de zona (factor de llenado), pero con una complejidad de red de alimentación añadida sustancial en relación con los elementos de alimentación individuales 22. En el caso de una estructura de línea de transmisión de RF de tipo agrupación de antenas plana, de nuevo, se produce una degradación asociada de los lóbulos laterales de antena.

35 **[0011]** En vista de las carencias mencionadas anteriormente, existe una necesidad apremiante en la técnica por un dispositivo de RF que incluya una disposición de alimentación más eficiente para iluminar una estructura de línea de transmisión de RF en el caso de un factor de forma no rectilíneo.

[0012] El documento US6538603 da a conocer una antena compuesta de elementos enfasados que puede configurarse para ser escaneada en una o dos dimensiones por desfases de regulación continua.

40 **[0013]** El documento FR2619658 da a conocer una antena ranurada, que comprende una guía de ondas cónica que alimenta una sección de guía de ondas rectangular.

[0014] El documento JP H03219708 da a conocer una estructura de alimentación de guía de ondas con una estructura de alimentación que comprende un conjunto de guía de ondas rectangular de guías de ondas rectangulares adyacentes.

45 **SUMARIO**

[0015] De acuerdo con un aspecto, se da a conocer un dispositivo de radiofrecuencia de acuerdo con la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes, se dan a conocer detalles de modos de realización.

[0016] De manera opcional, la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado se sitúan cerca de un perímetro del factor de forma no rectilíneo.

50 **[0017]** De manera opcional, el factor de forma no rectilíneo es circular o elíptico.

[0018] De manera opcional, la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado se sitúan a lo largo de cuerdas correspondientes del factor de forma circular o elíptico.

[0019] De manera opcional, la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado están orientadas en ángulos oblicuos entre sí.

[0020] De manera opcional, la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado están orientadas en un ángulo oblicuo entre sí y se extienden desde un vértice común.

5 [0021] De manera opcional, la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado están orientadas en un ángulo oblicuo entre sí y la estructura de alimentación también incluye uno o más segmentos de alimentación situados de manera adyacente y separando la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado, estando el uno más segmentos de alimentación configurados para lanzar la energía de RF en la zona con una dirección de propagación que presenta un ángulo no oblicuo con respecto a un eje del uno o
10 más segmentos de alimentación respectivos.

[0022] De manera opcional, una o varias de la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado es una guía de ondas agujereada de radiación longitudinal.

15 [0023] De manera opcional, la guía de ondas agujereada de radiación longitudinal incluye al menos una de entre una ranura de acoplamiento de pared amplia continua, una serie de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o una serie de ranuras o aberturas de pared lateral discretas.

[0024] De manera opcional, la guía de ondas agujereada de radiación longitudinal incluye una ranura irregular.

[0025] De manera opcional, la guía de ondas agujereada de radiación longitudinal presenta una variación en la dimensión "a" (pared amplia) a lo largo de una longitud de la guía de ondas agujereada de radiación longitudinal.

20 [0026] De manera opcional, la primera y la segunda estructura de segmento de línea se sitúan al menos uno de entre las paredes limítrofes opuestas, al lado de una superficie exterior de una o ambas de las paredes limítrofes opuestas o al lado de una abertura entre las paredes limítrofes opuestas a lo largo de un perímetro del factor de forma no rectilíneo.

25 [0027] De manera opcional, la estructura de línea de transmisión de RF comprende al menos una de entre una estructura de transmisión de placas paralelas, una estructura de transmisión parcialmente abierta que presenta una placa inferior cubierta de una capa dieléctrica, una guía de ondas o una cavidad resonante.

[0028] De manera opcional, la primera y la segunda estructura de segmento de línea están configuradas para lanzar la energía de RF en ondas coherentes.

30 [0029] De manera opcional, al menos una de entre la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado comprende una guía de ondas curvada que incluye al menos una de entre una ranura de acoplamiento de pared amplia continua lineal, una serie lineal de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o una serie lineal de ranuras o aberturas de pared lateral discretas.

[0030] De manera opcional, la guía de ondas curvada presenta una dimensión "a" constante (pared amplia).

35 [0031] De acuerdo con otro aspecto, se da a conocer una estructura de segmento de línea agujereado que incluye una guía de ondas curvada, y formada en la guía de ondas curvada al menos una de entre una ranura de acoplamiento de pared amplia continua lineal, una serie lineal de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o una serie lineal de ranuras o aberturas de pared lateral discretas.

[0032] De manera opcional, la al menos una de entre la ranura de acoplamiento de pared amplia continua lineal, la serie lineal de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o la serie lineal de ranuras o aberturas de pared lateral discretas se forma en una pared plana de la guía de ondas curvada.

40 [0033] Para el cumplimiento de lo anterior y de objetivos relacionados, la invención comprende las características descritas por completo en lo sucesivo y especialmente destacadas en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos anexos exponen con detalle determinados modos de realización ilustrativos de la invención. No obstante, estos modos de realización son indicativos de solo unas pocas de las varias formas en las que se pueden emplear los principios de la invención. Otros objetos, ventajas y nuevas características de la
45 invención surgirán a partir de la siguiente descripción detallada de la invención cuando se analice junto con los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0034] En los dibujos anexos, las mismas referencias indican las mismas partes o características:

50 La figura 1 es una ilustración esquemática con vista en corte parcial de un primer ejemplo de un dispositivo de RF convencional que presenta una estructura de alimentación;

- La figura 2 es una ilustración esquemática con vista en corte parcial de un segundo ejemplo de un dispositivo de RF convencional que presenta una estructura de alimentación;
- La figura 3 es una ilustración esquemática con vista en corte parcial de un tercer ejemplo de un dispositivo de RF convencional que presenta una estructura de alimentación;
- 5 La figura 4 es una ilustración esquemática en vista superior con vista en corte parcial de un primer modo de realización de ejemplo de un dispositivo de RF que presenta una disposición de estructura de alimentación de acuerdo con la presente invención;
- La figura 4B es una ilustración en sección transversal esquemática del dispositivo de RF mostrado en la figura 4A;
- 10 La figura 4C es una ilustración esquemática en vista inferior del dispositivo de RF mostrado en la figura 4A;
- La figura 5 es una ilustración esquemática en vista superior con vista en corte parcial de un segundo modo de realización de ejemplo de un dispositivo de RF que presenta una estructura de alimentación de acuerdo con la presente invención;
- 15 La figura 6 es un gráfico que muestra el rendimiento de zona teórico de un dispositivo de RF de acuerdo con el modo de realización de las figuras 4A-4C;
- La figura 7 es una ilustración esquemática en vista superior con vista en corte parcial de un tercer modo de realización de ejemplo de un dispositivo de RF que presenta una estructura de alimentación de acuerdo con la presente invención;
- 20 La figura 8 es una ilustración en sección transversal esquemática de un cuarto modo de realización de ejemplo de un dispositivo de RF de acuerdo con la presente invención;
- La figura 9 es una ilustración esquemática en vista superior de una estructura de segmento de línea agujereado de acuerdo con un modo de realización de ejemplo;
- La figura 10 es una ilustración esquemática en vista superior de una estructura de segmento de línea agujereado de acuerdo con un modo de realización de ejemplo alternativo;
- 25 La figura 11 es un gráfico que ilustra el ángulo de haz calculado (θ) de una estructura de segmento de línea agujereado de ejemplo en función de la frecuencia; y
- La figura 12 es una ilustración esquemática en vista superior de una estructura de segmento de línea agujereado de acuerdo con otro modo de realización de ejemplo alternativo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 30 **[0035]** Se da a conocer un dispositivo de RF que presenta una disposición de alimentación más eficiente para iluminar una estructura de línea de transmisión de RF con un factor de forma no rectilíneo. El dispositivo parte del uso tradicional de una o varias estructuras de segmento de línea rectilíneas que emiten energía de RF en un ángulo normal/ortogonal con respecto a un eje de la estructura de segmento de línea. En su lugar, el dispositivo emplea diversas estructuras de segmento de línea que emiten energía de RF en un ángulo que es oblicuo en relación con el eje de la estructura de segmento de línea. Las diversas estructuras de segmento de línea pueden presentarse en un ángulo oblicuo entre sí con el objetivo de inscribir y alimentar/iluminar de manera más eficiente el factor de forma no rectilíneo deseado de manera lineal con respecto a las piezas. Las estructuras de segmento de línea son estructuras de segmento de línea agujereado alimentadas con guía de ondas progresivas, configuradas cada una para lanzar la energía de RF con una dirección de propagación que presenta un ángulo oblicuo en relación con un eje de la estructura de segmento de línea. Estas sustituyen arquitecturas de alimentación multinivel convencionales generalmente más complejas con un beneficio resultante con respecto al tamaño, el peso, la complejidad y el coste. Asimismo, las estructuras de segmento de línea agujereado alimentadas con guía de ondas progresivas pueden presentar propiedades beneficiosas inusuales en lo referente a un ancho de banda de frecuencia de funcionamiento mejorado en comparación con las técnicas de alimentación convencionales.
- 45

- [0036]** Haciendo referencia a las figuras 4A-4C, se muestra un dispositivo de RF 30 de acuerdo con un primer modo de realización. El dispositivo de RF 30 incluye una estructura de línea de transmisión de RF 32 que incluye paredes limítrofes opuestas 32A, 32B. La estructura de línea de transmisión de RF 32 presenta un factor de forma no rectilíneo, en este modo de realización concreto circular, aunque otros factores de forma no rectilíneos son igualmente posibles (p. ej., elípticos, poligonales no rectilíneos, etc.). En este modo de realización, la estructura de línea de transmisión de RF es una estructura de transmisión de placas paralelas abierta que incluye paredes limítrofes 32A, 32B compuestas por placas conductoras paralelas dentro de las cuales pueden propagarse ondas y modos de RF de placas paralelas. De acuerdo con un modo de realización alternativo, la estructura de línea de transmisión de RF 32 puede, en su lugar, ser cualquier otra estructura de transmisión con paredes limítrofes opuestas a través de las cuales pueden propagarse ondas y modos de RF. Por ejemplo, la estructura de línea de transmisión de RF 32 puede ser una estructura de transmisión parcialmente abierta que presenta una placa inferior cubierta de una capa dieléctrica, una guía de ondas, una cavidad resonante, etc. (presentando, cada una, paredes limítrofes opuestas) sin limitar el alcance del dispositivo de RF 30 descrito en la presente memoria.
- 50
- 55

- 60 **[0037]** La estructura de línea de transmisión de RF 32 puede incluir, sin carácter limitativo, placas paralelas llenadas de manera homogénea o no homogénea que representan las paredes limítrofes 32A, 32B. Las placas

paralelas pueden ser o pueden no ser absolutamente paralelas, pero son adecuadamente paralelas para permitir la transmisión adecuada de ondas de placas paralelas. Una o ambas de las placas paralelas que representan las paredes limítrofes 32A, 32B pueden incluir conductores ondulados sobre la superficie de las mismas.

- 5 **[0038]** El dispositivo de RF 30 también incluye una estructura de alimentación 36 configurada para introducir energía de RF en una zona 37 entre las paredes limítrofes opuestas 32A, 32B para iluminar la estructura de línea de transmisión de RF 32 con la energía de RF a lo largo del factor de forma no rectilíneo. Más preferiblemente, la estructura de alimentación 36 está configurada para iluminar la estructura de línea de transmisión de RF 32 con ondas electromagnéticas planas de placas paralelas que se propagan coherentemente 12 con una distribución de amplitud deseada, que pueden ser o no ser uniformes.
- 10 **[0039]** A modo de ejemplo concreto, el dispositivo de RF 30 puede representar un elemento de alimentación o de agrupación de antenas de placas paralelas. Una o ambas de las paredes limítrofes 32A, 32B puede incluir una serie de ranuras (no se muestra) o similar, diseñadas para extraer y emitir energía de RF procedente de las ondas electromagnéticas 12. El uso de dichas ranuras o de otro tipo de aberturas es bien conocido en la técnica y, por consiguiente, se omitirá una descripción en más detalle por motivos de brevedad.
- 15 **[0040]** La estructura de alimentación 36 incluye una disposición de estructuras de segmento de línea agujereado alimentadas con guía de ondas progresivas 38, en este modo de realización, las estructuras de segmento de línea agujereado 38A, 38B. Tal y como se describe con mayor detalle a continuación, cada una de las estructuras de segmento de línea agujereado 38 está configurada para lanzar energía de RF en la zona 37 con una dirección de propagación con un ángulo oblicuo θ en relación con un eje 16 de la estructura de segmento de línea 38. Las estructuras de segmento de línea agujereado 38 pueden ser cualquier tipo de línea de transmisión que sea agujereada en el sentido de que la energía de RF se acople (o "se filtre") continuamente de la estructura de segmento de línea, de tal forma que se realice una distribución de amplitud deseada quedando idealmente una cantidad mínima de energía en el perímetro de la estructura de línea de transmisión de RF 32. En el modo de realización de ejemplo, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 son guías de ondas rectangulares con orientación de radiación longitudinal convencionales. Sin embargo, otros tipos de estructuras de segmento de línea también son adecuadas, tales como las guías de ondas rectangulares llenadas de manera homogénea o no homogénea, la guía de ondas de caballete único o doble, la guía de ondas de pared posterior, la línea de cinta suspendida, etc.
- 20 **[0041]** Más preferiblemente, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 están configuradas para lanzar la energía de RF en la zona 37 como ondas planas de placas paralelas que se propagan de manera coherente. En el modo de realización de las figuras 4A-4C, dos estructuras de segmento de línea agujereado 38A-38B lanzan ondas de placas paralelas coherentes en un ángulo oblicuo θ trazado en relación con su eje de alimentación correspondiente 16. La orientación oblicua de estas estructuras de segmento de línea 38A, 38B sirve para ajustarse de manera más eficiente al factor de forma circular de la región de placas paralelas y, por lo tanto, iluminar un porcentaje mayor de la zona 37 disponible. Asimismo, la fenomenología de RF de las estructuras de segmento de línea 38A, 38B con orientación "de radiación longitudinal" empleadas muestra una posición de haz extraordinariamente estable (el ángulo en el que se lanzan las ondas de RF en relación con el eje del mecanismo de alimentación) y, por lo tanto, un ancho de banda de frecuencia de funcionamiento ejemplar.
- 25 **[0042]** De nuevo, con referencia al modo de realización de las figuras 4A-4C, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 están montadas en la parte posterior de la pared limítrofe 32B. Cada una de las estructuras de segmento de línea 38 incluye una ranura 40 irregular (desplazamiento variable) o cónica continua en su pared amplia de guía de ondas superior. La ranura 40 se extiende por la pared limítrofe 32B, por lo que hace posible que la energía de RF que se filtra de las estructuras de segmento de línea 38 sea lanzada hacia la zona 37 que se encuentra en el interior de la estructura de línea de transmisión de RF 32. La ranura 40 está centrada cerca de la ubicación del mecanismo de alimentación superior 42 de la guía de ondas (para conseguir el acoplamiento mínimo) y se desplaza más monotónicamente en relación con el eje centrado 16 (acoplamiento creciente) hacia su extremo inferior. Puede situarse una carga absorbente (no se muestra) en la parte final de la guía de ondas 38A, 38B con el objetivo de absorber una pequeña cantidad de energía de RF no acoplada. Cuando se utiliza el dispositivo de RF 30 como antena transmisora, por ejemplo, se introduce energía de RF en cada una de las guías de ondas 38A, 38B a través de su terminal de alimentación 42 respectivo mediante la utilización de técnicas de alimentación de guía de ondas convencionales. A continuación, la energía de RF se propaga a través de la guía de ondas 38A, 38B respectiva hacia el final de la guía de ondas. Durante ese tiempo, la energía de RF de cada guía de ondas 38A, 38B se acopla (o "se filtra") de manera continua de la estructura de segmento de línea 38 a través de la ranura 40, de tal forma que se realiza una distribución de amplitud deseada en el ángulo oblicuo deseado θ dentro de la estructura de línea de transmisión 32.
- 30 **[0043]** De la misma manera que en otros modos de realización descritos en la presente memoria, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 pueden situarse cerca de un perímetro del factor de forma no rectilíneo de la estructura de línea de transmisión de RF 32. Mediante la selección de un ángulo oblicuo θ adecuado para
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

cada una de las estructuras de segmento de línea 38, el mecanismo de alimentación 36 puede iluminar mejor y de manera eficiente la estructura de línea de transmisión de RF 32 con energía de RF que se propaga de manera coherente a lo largo de todo el factor de forma no rectilíneo. El factor de forma no rectilíneo puede ser circular, elíptico, etc. Las estructuras de segmento de línea agujereado 38 pueden situarse a lo largo de cuerdas correspondientes del factor de forma circular o elíptico, como se ilustra en las figuras 4A-4C. Asimismo, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 pueden estar orientadas en ángulos oblicuos entre sí, como se ilustra en las figuras 4A-4C. Por ejemplo, dos estructuras de segmento de línea agujereado 38 pueden estar orientadas en un ángulo oblicuo entre sí y extenderse desde un vértice común 46.

[0044] Los expertos en la materia observarán que, en un modo de realización alternativo, la ranura 40 puede, en su lugar (o también), incluir una serie de ranuras o aberturas de pared amplia discretas, una serie de ranuras o aberturas de pared lateral discretas, etc. Las estructuras de segmento de línea agujereado 38 solo han de orientarse adecuadamente en relación con la estructura de línea de transmisión de RF 32 para que la energía de RF pueda ser lanzada adecuadamente hacia la zona 37.

[0045] Haciendo referencia ahora a la figura 5, se muestra otro modo de realización de ejemplo de un dispositivo de RF indicado como 50. Este modo de realización difiere del modo de realización de las figuras 4A-4C por el hecho de que el mecanismo de alimentación 36a también incluye un segmento de alimentación 52, que separa las estructuras de segmento de línea agujereado 38A, 38B y está configurado para lanzar la energía de RF en la zona 37 con una dirección de propagación que presenta un ángulo no oblicuo en relación con un eje del segmento de alimentación 52. Tal y como se muestra en la figura 5, el segmento de alimentación 52, de nuevo, es una guía de ondas rectangular, que incluye una o varias ranuras 54 en su pared amplia, que se extienden a través de la pared limítrofe 32B, de manera que hacen posible que la energía de RF se filtre del segmento de alimentación 52 para lanzarse hacia la zona 37. De manera similar a las alimentaciones de línea de guía de ondas 10 de los dispositivos convencionales, el segmento de alimentación 52 está configurado para lanzar las ondas de placas paralelas en una dirección normal en relación con su eje. En combinación con las estructuras de segmento de línea agujereado 38A, 38B, situadas al lado del segmento de alimentación de línea 52, aunque configuradas para lanzar la energía de RF hacia la zona 37 con una dirección de propagación con un ángulo oblicuo θ , se mejora el rendimiento de zona del factor de forma no rectilíneo en comparación con el modo de realización de las figuras 4A-4C. Asimismo, se mejora el ancho de banda de frecuencia de funcionamiento del dispositivo 50 (con base en la longitud física más pequeña resultante de las estructuras de segmento de línea agujereado 38A, 38B y en una mayor flexibilidad en lo que respecta a la selección del ángulo oblicuo θ .)

[0046] De acuerdo con una variación del modo de realización de la figura 5, el segmento de alimentación 52 está compuesto por n (p. ej., 20) elementos de acoplamiento de guía de ondas alimentados por medio de una estructura de alimentación de grupo de guía de ondas de $(n+2)$ vías (p. ej., 22 vías). Los puertos más exteriores del segmento de alimentación 52 de guía de ondas (el primer y el $(n+2)$ th puertos) sirven para alimentar las estructuras de segmento de línea agujereado inclinadas 38A, 38B por medio de los mecanismos de alimentación de guía de ondas individuales 42.

[0047] Los expertos en la materia observarán que cualquier número de estructuras de segmento de línea agujereado 38 junto con cualquier número de alimentaciones de línea tradicionales 50 pueden combinarse en un dispositivo. Las estructuras de segmento de línea 38 y las alimentaciones de línea 50 pueden distribuirse, preferiblemente, alrededor de un perímetro del factor de forma no rectilíneo con el objetivo de iluminar de la manera más eficiente posible la zona del interior de las paredes limítrofes 32. Asimismo, cada estructura de segmento de línea agujereado 38 puede diseñarse para su propio ángulo oblicuo θ concreto. A saber, el valor del ángulo oblicuo θ se selecciona a partir de la orientación concreta de la estructura de segmento de línea 38 en relación con las demás estructuras de segmento de línea y la dirección deseada de las ondas de placas paralelas coherentes.

[0048] En lo referente a los parámetros de rendimiento de zona del modo de realización de las figuras 4A-4C en función del ángulo oblicuo θ , la figura 6 ilustra que, teóricamente, el rendimiento de zona se maximiza (a un valor de 88 %) para los ángulos θ entre 55 y 60 grados. Para el modo de realización de la figura 5, puede demostrarse que este rendimiento de zona teórico aumenta hasta aproximadamente un 92 % y en un ángulo más pequeño θ de aproximadamente 45 grados.

[0049] Haciendo referencia brevemente a la figura 7, se muestra otro modo de realización de un dispositivo de RF indicado como 60. El modo de realización es básicamente idéntico al del modo de realización de la figura 5; sin embargo, el dispositivo de RF 60 en este caso incluye una estructura de línea de transmisión de RF 32, que presenta un factor de forma no rectilíneo distinto de un círculo. En este modo de realización, la estructura de línea de transmisión de RF 32 es un octágono, aunque se observará que prácticamente cualquier otro factor de forma no rectilíneo es igualmente posible.

[0050] La figura 8 ilustra otro modo de realización de un dispositivo de RF indicado como 70. El modo de realización es el mismo que el modo de realización de las figuras 4A-4C con las siguientes excepciones. En este

modo de realización, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 están situadas entre las paredes limítrofes opuestas 32A, 32B en vez de estar montadas posteriormente (es decir, adyacentes a una superficie exterior de una o ambas de las paredes limítrofes opuestas). De nuevo, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 se configuran con al menos una de entre una ranura de acoplamiento de pared amplia continua, una serie de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o una serie de ranuras o aberturas de pared lateral discretas, de manera que la energía de RF introducida por medio de los mecanismos de alimentación 42 puede filtrarse de las estructuras de segmento de línea 38 para lanzarse hacia la zona 37 dentro de la estructura de línea de transmisión de RF 32 en un ángulo oblicuo θ deseado. De acuerdo con otro modo de realización adicional, las estructuras de segmento de línea agujereado 38 pueden situarse al lado de una abertura entre las paredes limítrofes opuestas 32A, 32B a lo largo del perímetro del factor de forma no rectilíneo. Dicho de otro modo, no es necesario que las estructuras de segmento de línea agujereado 38 se sitúen directamente entre las paredes limítrofes opuestas 32A, 32B.

[0051] La figura 9 es una ilustración esquemática en vista superior de una estructura de segmento de línea agujereado 38 de acuerdo con un modo de realización de ejemplo y se muestra con mayor detalle. La estructura de segmento de línea 38 se lleva a cabo como una sección de guía de ondas rectangular con una ranura cónica continua (desplazamiento variable) 40 en su pared amplia de guía de ondas superior. El eje lineal central de la sección de guía de ondas se representa mediante el eje 16. La ranura 40 está centrada a lo largo del eje 16 cerca de la ubicación del mecanismo de alimentación 42 (acoplamiento mínimo) y se desplaza más monotónicamente del eje 16 (acoplamiento creciente) hacia su extremo opuesto (donde se sitúa normalmente una carga absorbente, no mostrada, con el objetivo de absorber una pequeña cantidad de energía de RF no acoplada).

[0052] La distribución de amplitud deseada a lo largo de la longitud de la estructura de segmento de línea agujereado es impulsada, generalmente, por una serie de factores, incluyendo la compensación de las diversas longitudes de las trayectorias de propagación 12, el estrechamiento deseado de la amplitud hacia los bordes de la serie con el fin de reducir los lóbulos laterales del diagrama de antena y la conservación de energía de RF a lo largo de las trayectorias de RF con fugas, de tal forma que haya suficiente energía disponible en el extremo/terminal de la trayectoria de ondas con fugas. La cantidad de acoplamiento (cantidad de energía de RF filtrada por unidad de longitud a lo largo de la trayectoria de alimentación) es regulada, principalmente, por el desplazamiento mecánico relativo de la ranura de acoplamiento 40 en relación con la línea central del mecanismo de alimentación 16 (produciendo un desplazamiento creciente un acoplamiento mayor). Otros factores, entre los que se incluye el ancho y el grosor de la ranura seleccionados, la altura y el ancho internos físicos (impedancia característica) del segmento de línea agujereado y los datos físicos y de altura de la placa paralela (impedancia característica y constante dieléctrica efectiva) también son relevantes para la determinación del factor de acoplamiento de onda con fugas (fuga por unidad de longitud). De manera similar, el ángulo oblicuo de la energía que procede del segmento de línea agujereado es determinado principalmente por el ancho interno (frecuencia de corte, f_c , como se muestra en la figura 11) de la estructura de segmento de línea agujereado y la constante dieléctrica efectiva (E_r , como se muestra en la figura 11) de la estructura de placa paralela (en general, impuesta por la geometría específica de cualquier ondulación física o propiedades de material dieléctrico que se emplean en la región de placas paralelas), aunque los detalles de diseño mencionados anteriormente también pueden presentar efectos de segundo orden en el ángulo oblicuo específico. A partir de la exposición de la presente memoria, un experto en la materia entenderá fácilmente la aplicación de estos principios con el objetivo de alcanzar el ángulo oblicuo θ específico deseado.

[0053] La figura 10 ilustra otro modo de realización de una estructura de segmento de línea agujereado 38, en este caso indicado como 38a. De nuevo, la estructura de segmento de línea 38 está formada por una sección de guía de ondas rectangular, pero, en este caso, siendo la ranura 40 lineal (recta) y "curvándose" la propia guía de ondas con el objetivo de llevar a cabo el desplazamiento de ranura variable deseado. La ranura 40, preferiblemente, se forma en la pared amplia de la guía de ondas, curvándose la guía de ondas en un plano perpendicular a la pared amplia. En este caso, la propia ranura lineal 40 representa el eje de la estructura de segmento de línea 38a y el eje 16, en su lugar, representa el eje de curvatura de la guía de ondas.

[0054] Dicho de otro modo, cuando se emplea el modo de realización de la figura 10, el ángulo oblicuo θ puede ser definido por el eje o la línea principal de dirección de la estructura de segmento de línea, representado por la ranura 40 (recta). En el caso de la ranura curvada 40 en el modo de realización de la figura 9, el ángulo oblicuo θ puede definirse en relación con el eje recto 16, representando, de nuevo, la línea principal de dirección de la guía de ondas.

[0055] Respecto al modo de realización de la figura 9, puede ser deseable emplear una ligera variación en la dimensión "a" (pared amplia) a lo largo de la longitud de la guía de ondas. Esto cambia la constante de propagación dentro de la guía de ondas y, por consiguiente, es útil con el fin de compensar el "error" de fase no lineal, que puede ser introducido por la geometría de ranura curvada. Más en concreto, puede seleccionarse la variación de la dimensión "a" con el fin de cambiar la constante de propagación, de tal forma que la fase acumulativa (constante de propagación integrada a lo largo de la longitud de la guía de ondas) se conjugue

(cancele el error de fase) introducido por la ranura curvada. En cambio, cuando se emplea la guía de ondas curvada, como en el modo de realización de la figura 10, la dimensión "a" puede ser constante (para una constante de propagación constante).

5 [0056] Tal y como se observará, en cualquiera de los modos de realización de las figuras 9 y 10, la ranura continua lineal 40 puede, igualmente, adaptarse o sustituirse por una serie lineal de ranuras o aberturas de pared amplia discretas, una serie lineal de ranuras o aberturas de pared lateral discretas o alguna combinación de las mismas.

10 [0057] La figura 11 muestra el ángulo oblicuo θ calculado (grados desde radiación longitudinal) para una estructura de segmento de línea agujereado 38 en función de la frecuencia (el cociente f/f_c , la frecuencia dividida por la frecuencia de corte de la guía de ondas) y para diversas constantes dieléctricas efectivas dentro de la zona 37 de región de placas paralelas. En este gráfico, también se muestra la trayectoria de haz (estabilidad de haz) calculada, que se expresa como el cambio de ángulo esperado (en grados) por porcentaje de cambio de frecuencia de funcionamiento. El rendimiento de ancho de banda óptimo (trayectoria de haz mínima, p. ej., variación mínima del ángulo de lanzamiento a medida que cambia la frecuencia) se alcanza con los valores (f/f_c) más elevados y para la constante dieléctrica efectiva más elevada (0,18 grados/porcentaje de ancho de banda para $\epsilon_r=1,8$ y $(f/f_c) = 1,9$). Este valor de estabilidad de haz es aproximadamente cuatro veces mejor (75 % más pequeño) que la trayectoria de haz esperada en una alimentación de línea típica como la empleada en el diseño de cuadrado inscrito convencional descrito anteriormente.

20 [0058] La figura 12 ilustra otro ejemplo de un segmento de línea agujereado, en este caso, uno formado por una guía de ondas 38b de pared posterior. Los espacios entre los postes 65 a lo largo de una de las paredes se cambian con el fin de que la energía de RF introducida a través del mecanismo de alimentación 42 pueda filtrarse de la estructura de segmento de línea 38a en el ángulo oblicuo θ deseado.

25 [0059] Tal y como se describe en la presente memoria, el dispositivo de RF 30 utiliza una combinación de características con el objetivo de alimentar de manera eficiente una estructura de línea de transmisión de RF que incluye paredes limitrofes opuestas con un factor de forma no rectilíneo. Las paredes limitrofes opuestas, preferiblemente, son placas paralelas o semiparalelas para formar regiones de placas paralelas/semiparalelas. El dispositivo de RF puede ser cualquier estructura de RF de placas paralelas/semiparalelas, pero es particularmente adecuado para agrupaciones de *stubs* transversales continuos (CTS) y agrupaciones de *stubs* transversales continuos de inclinación variable de forma circular.

30 [0060] Aunque se ha mostrado y descrito la invención con respecto a un determinado modo de realización o modos de realización, a otros expertos en la materia se les pueden ocurrir alteraciones y modificaciones equivalentes con la lectura y la comprensión de la presente memoria y de los dibujos anexos. Con respecto, especialmente, a las varias funciones desempeñadas por los elementos descritos anteriormente (componentes, montajes, dispositivos, composiciones, etc.), los términos (incluyendo una referencia a un "medio") utilizados para describir tales elementos están destinados a corresponder, a menos que se indique lo contrario, a cualquier elemento que desempeñe la función especificada del elemento descrito (es decir, que sea funcionalmente equivalente), aunque no sea estructuralmente equivalente a la estructura expuesta que desempeña la función en el modo o los modos de realización de ejemplo de la invención expuestos en el presente documento. Además, mientras que una característica particular de la invención puede haberse descrito anteriormente con respecto a 35 solamente uno o más de varios modos de realización, dicha característica puede combinarse con una o diversas otras características de los otros modos de realización, como puede ser deseable y ventajoso para cualquier aplicación determinada o concreta.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de radiofrecuencia (RF) (30), que comprende:
 - una estructura de línea de transmisión de RF (32) que incluye paredes limítrofes opuestas (32A, 32B) con un factor de forma no rectilíneo, donde al menos una de las paredes limítrofes (32A, 32B) incluye una serie de aberturas para extraer y emitir energía de RF; y
 - una estructura de alimentación (36) configurada para introducir energía de RF en una zona (37) entre las paredes limítrofes opuestas (32A, 32B) para iluminar la estructura de línea de transmisión de RF (32) con la energía de RF a lo largo del factor de forma no rectilíneo, **caracterizado por que** la estructura de alimentación incluye:
 - una primera estructura de segmento de línea agujereado alimentada con guía de ondas progresivas (38A) y una segunda estructura de segmento de línea agujereado alimentada con guía de ondas progresivas (38B), presentando cada una i) una ranura irregular o cónica continua respectiva (40) en una pared amplia de guía de ondas superior de la estructura de segmento de línea respectiva, ii) ejes longitudinales respectivos (16), y iii) terminales de alimentación respectivos (42) para introducir energía de RF en las estructuras de segmento de línea agujereado respectivas, estando la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado (38A, 38B) orientadas para lanzar la energía de RF hacia la zona (37) con una dirección de propagación (12) con un ángulo oblicuo (θ) en relación con el eje longitudinal (16) de la estructura de segmento de línea respectiva (38A, 38B).
2. Dispositivo de RF de acuerdo con la reivindicación 1, donde la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado (38A, 38B) se sitúan cerca de un perímetro del factor de forma no rectilíneo o se sitúan a lo largo de cuerdas correspondientes del factor de forma circular o elíptico.
3. Dispositivo de RF de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, donde la primera y la segunda de las estructuras de segmento de línea agujereado (38A, 38B) están orientadas en ángulos oblicuos entre sí.
4. Dispositivo de RF de acuerdo con la reivindicación 3, donde la primera y la segunda de las estructuras de segmento de línea agujereado (38A, 38B) están orientadas en un ángulo oblicuo entre sí y se extienden desde un vértice común (46).
5. Dispositivo de RF de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, donde uno o más de entre la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado es una guía de ondas agujereada de radiación longitudinal.
6. Dispositivo de RF de acuerdo con la reivindicación 5, donde la guía de ondas agujereada de radiación longitudinal incluye al menos una de entre una ranura de acoplamiento de pared amplia continua, una serie de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o una serie de ranuras o aberturas de pared lateral discretas.
7. Dispositivo de RF de acuerdo con la reivindicación 6, donde la guía de ondas agujereada de radiación longitudinal presenta una variación en la dimensión de pared amplia a lo largo de una longitud de la guía de ondas agujereada de radiación longitudinal.
8. Dispositivo de RF de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, donde la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado (38A, 38B) se sitúan al menos uno de entre las paredes limítrofes opuestas (32A, 32B), al lado de una superficie exterior de una o ambas de las paredes limítrofes opuestas, o al lado de una abertura entre las paredes limítrofes opuestas a lo largo de un perímetro del factor de forma no rectilíneo.
9. Dispositivo de RF de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, donde la estructura de línea de transmisión de RF comprende al menos una de entre una estructura de transmisión de placas paralelas, una estructura de transmisión parcialmente abierta que presenta una placa inferior cubierta de una capa dieléctrica, una guía de ondas o una cavidad resonante.
10. Dispositivo de RF de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado están configuradas para lanzar la energía de RF en ondas coherentes.
11. Dispositivo de RF de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-4, donde la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado (38A, 38B) están orientadas en un ángulo oblicuo (θ) entre sí y la estructura de alimentación (36) también incluye uno o más segmentos de alimentación (52) situados de manera adyacente y separando la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado (38A, 38B), presentando cada uno del uno o más segmentos de alimentación (52) al menos una ranura en una pared amplia, extendiéndose la ranura a través de una de las paredes limítrofes (32A, 32B) y estando cada

uno configurado para lanzar la energía de RF en la zona (37) con una dirección de propagación (12) que presenta un ángulo no oblicuo con respecto a un eje del uno o más segmentos de alimentación respectivos (52).

- 5
12. Dispositivo de RF de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, donde al menos una de entre la primera y la segunda estructura de segmento de línea agujereado comprende una guía de ondas curvada que incluye al menos una de entre una ranura de acoplamiento de pared amplia continua lineal, una serie lineal de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o una serie lineal de ranuras o aberturas de pared lateral discretas.
- 10
13. Dispositivo de RF de acuerdo con la reivindicación 12, donde la guía de ondas curvada presenta una dimensión de pared amplia constante.
14. Estructura de segmento de línea agujereado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-13, donde la al menos una de entre la ranura de acoplamiento de pared amplia continua lineal, la serie lineal de ranuras o aberturas de pared amplia discretas o la serie lineal de ranuras o aberturas de pared lateral discretas se forma en una pared plana de la guía de ondas curvada.

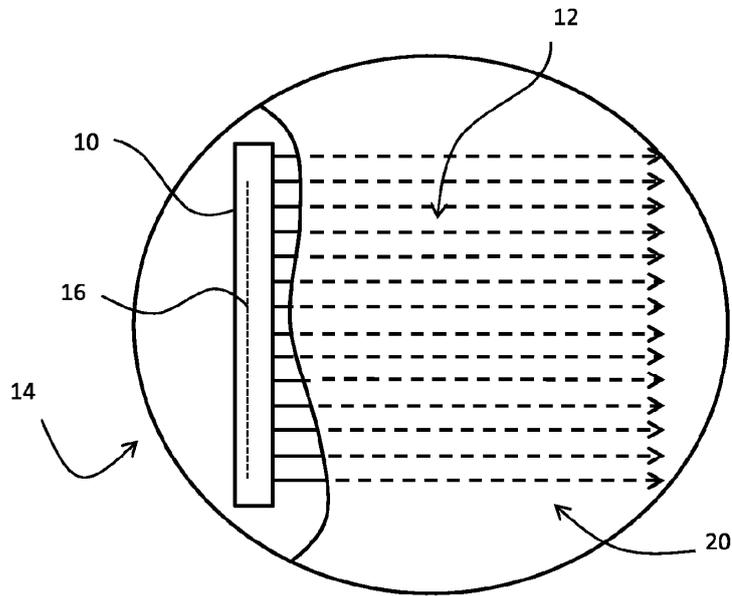


FIG. 1 TÉCNICA CONVENCIONAL

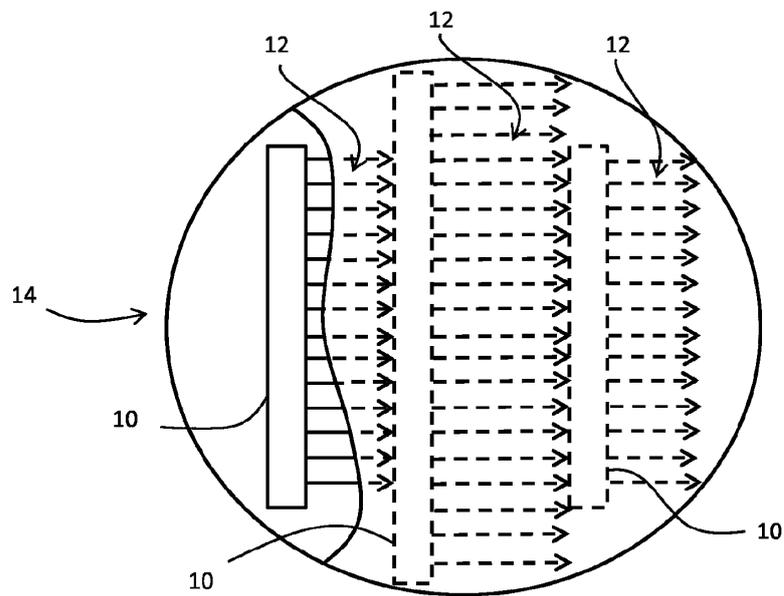


FIG. 2 TÉCNICA CONVENCIONAL

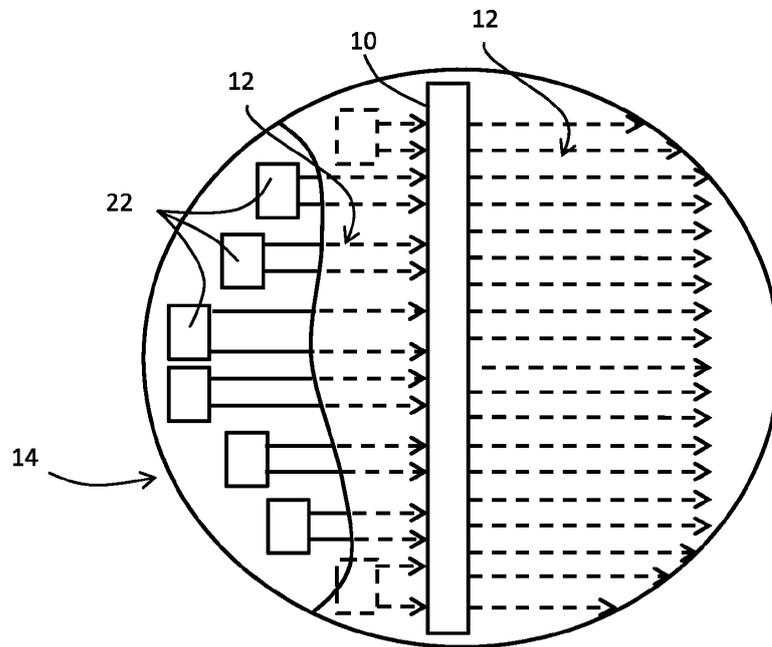


FIG. 3 TÉCNICA CONVENCIONAL

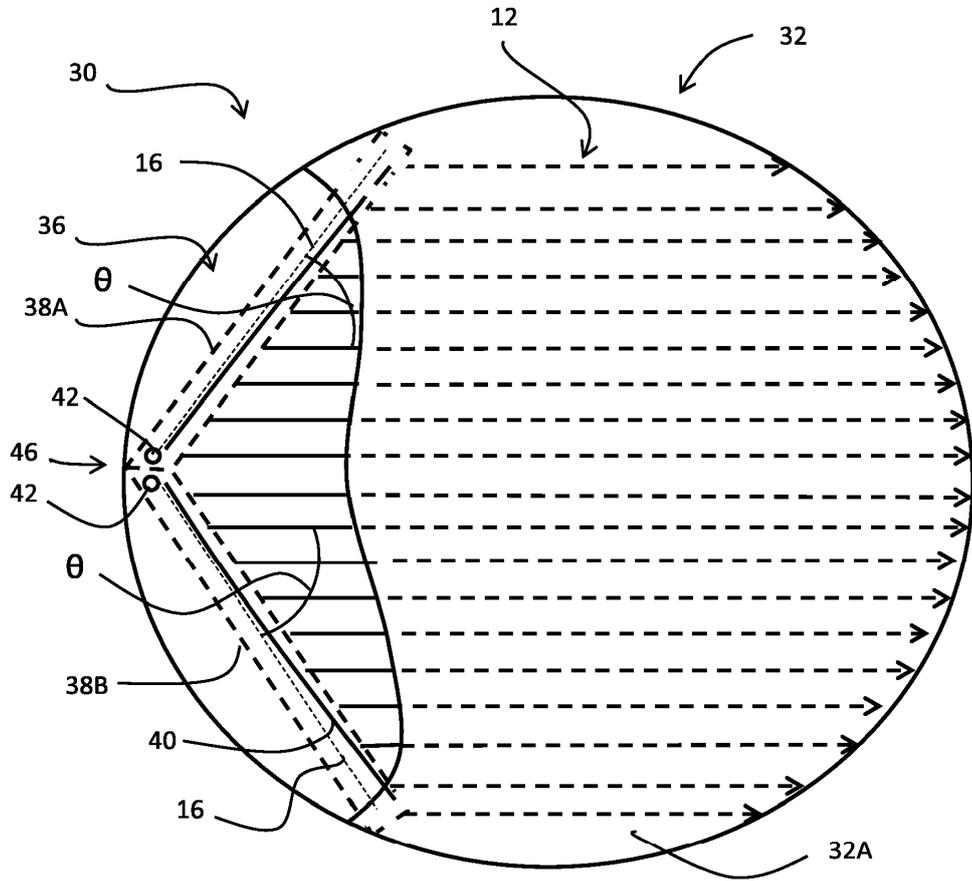


FIG. 4A

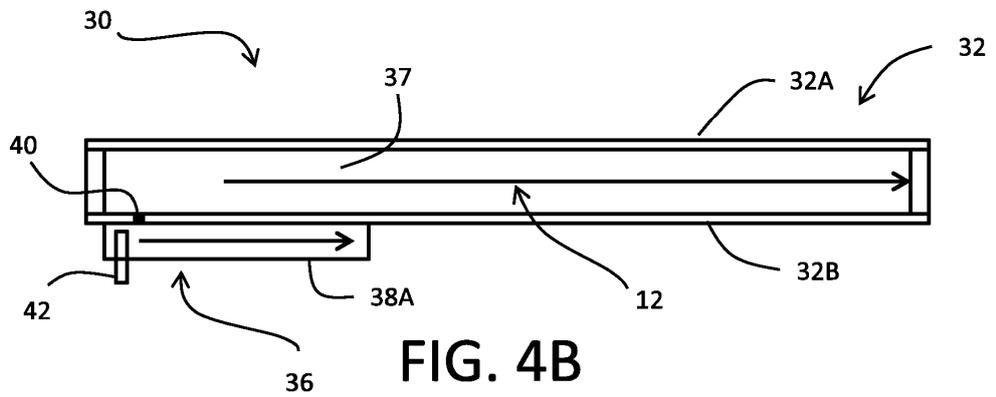
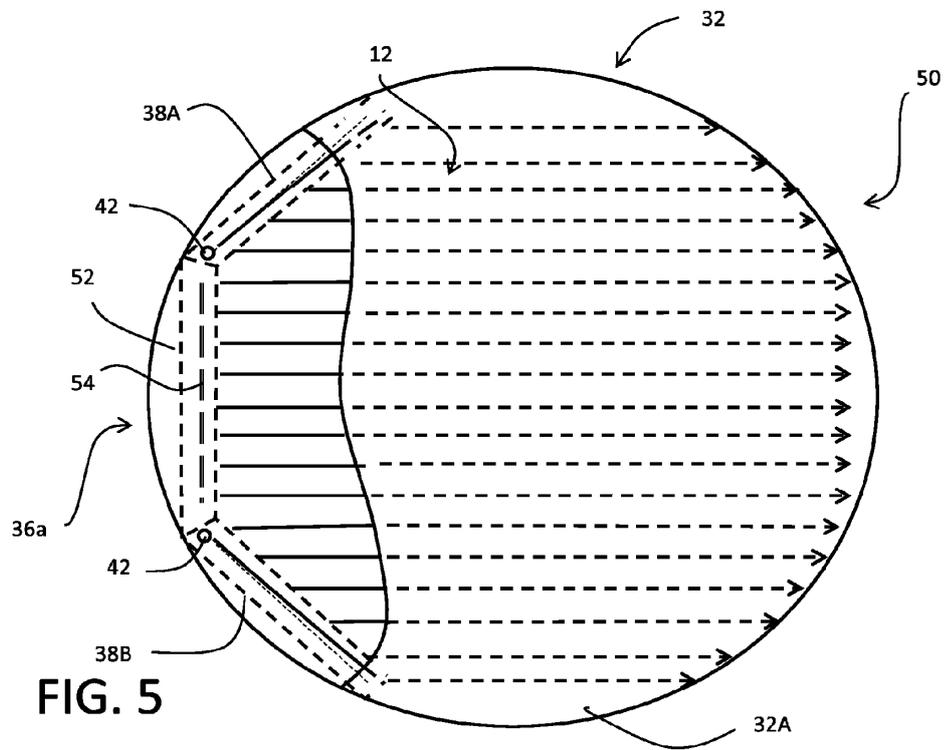
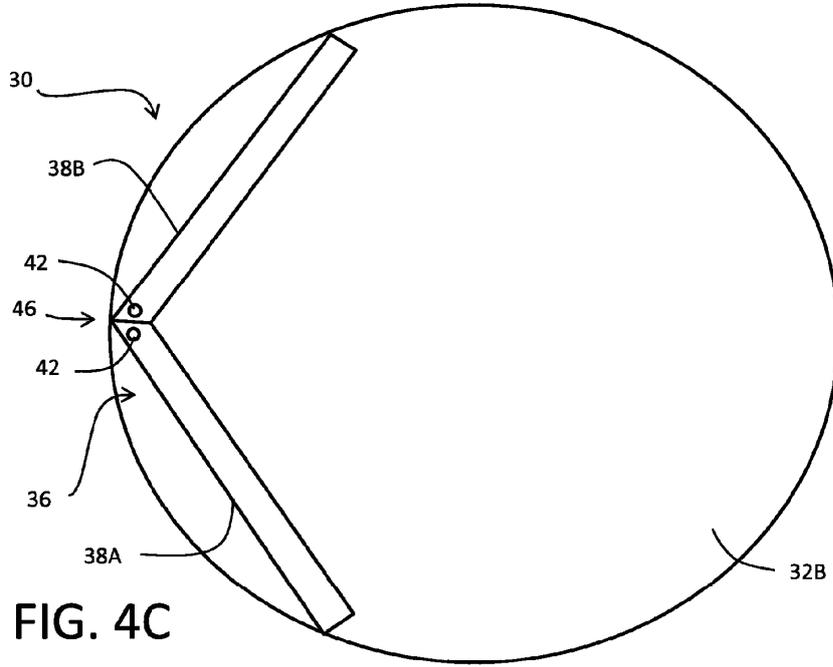


FIG. 4B



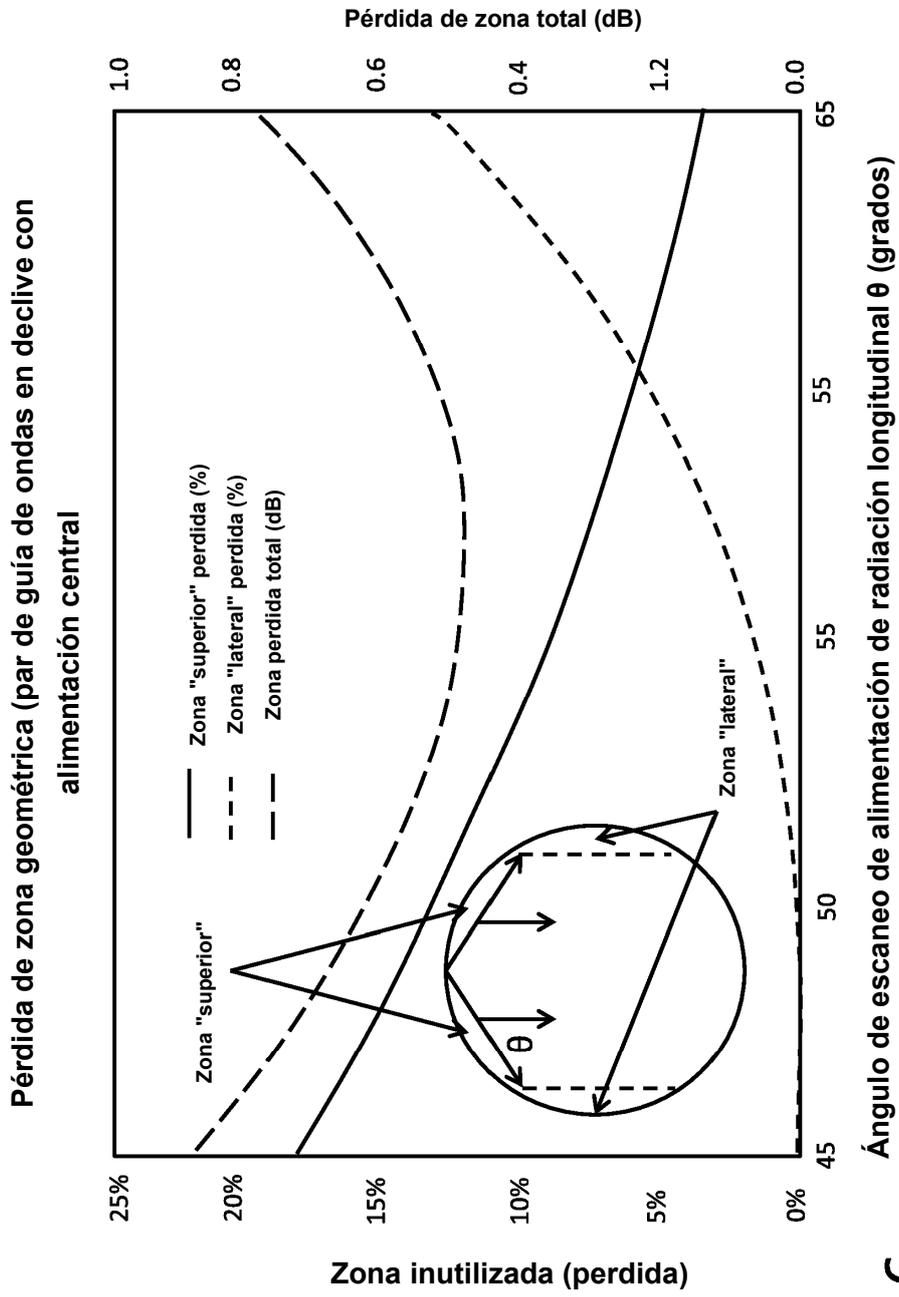


FIG. 6

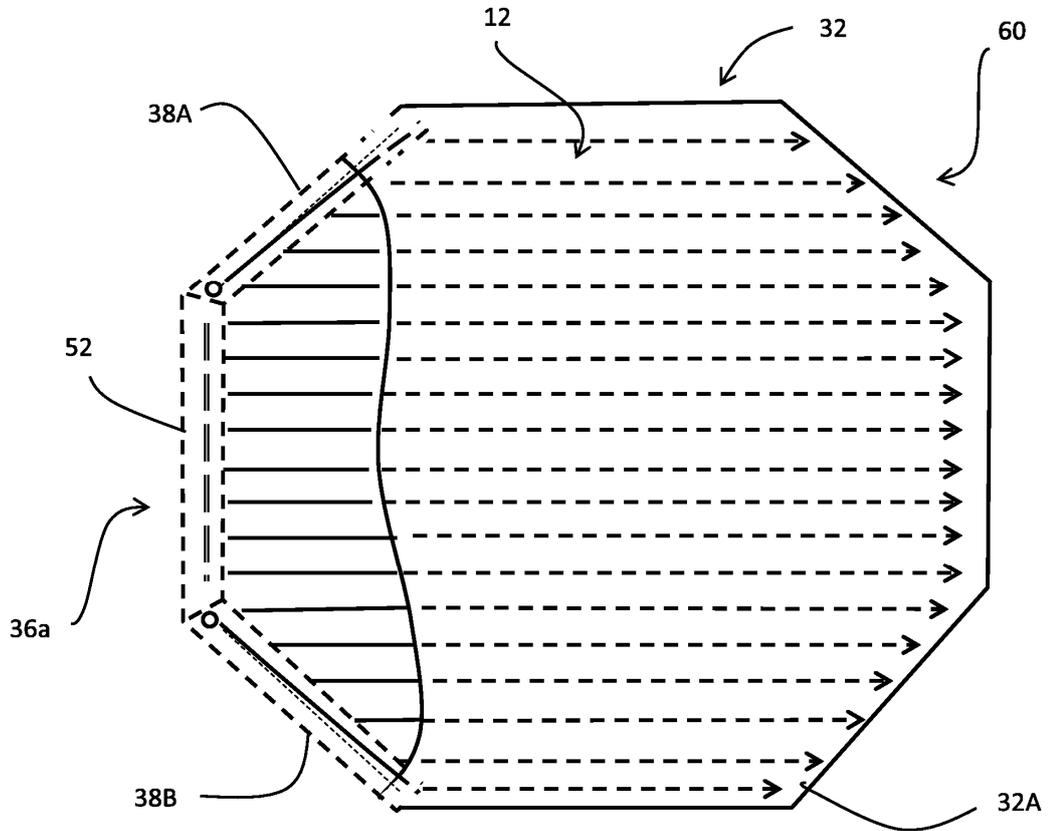


FIG. 7

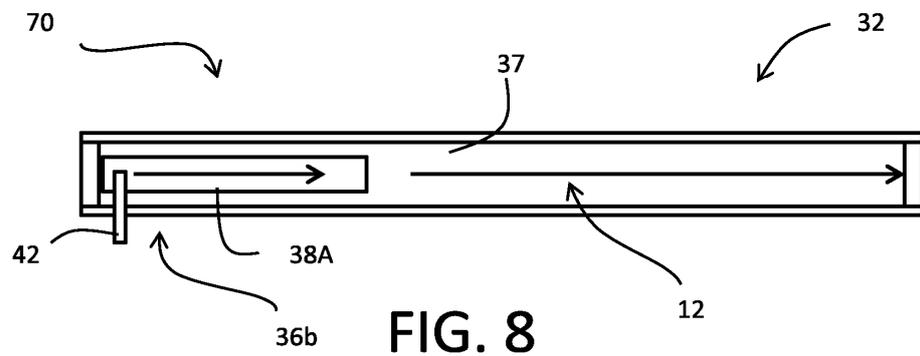


FIG. 8

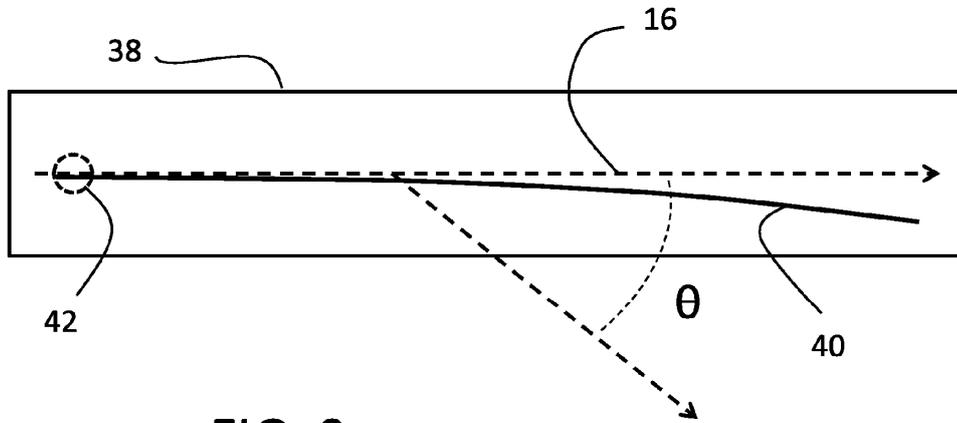


FIG. 9

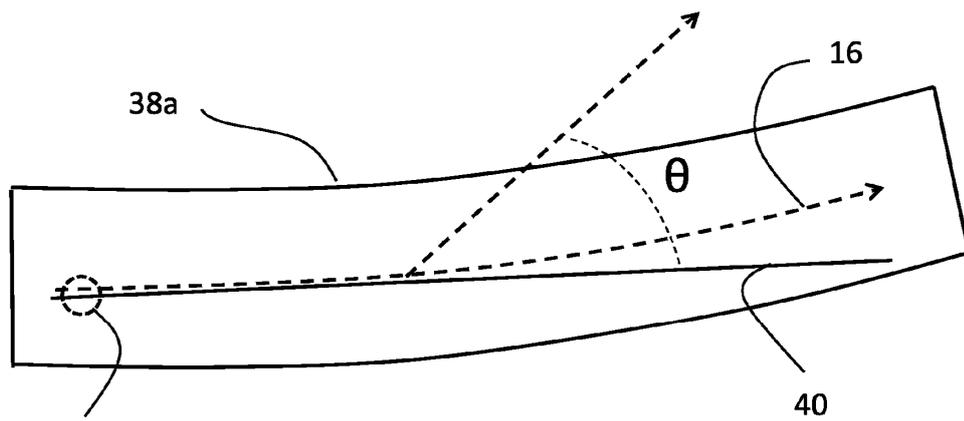


FIG. 10

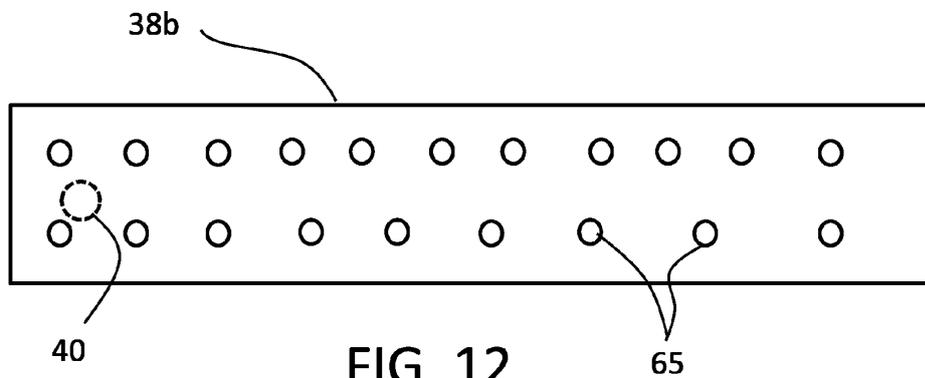


FIG. 12

Guía de ondas de ranura irregular de radiación longitudinal
(lanzamiento ortogonal hacia placa paralela ondulada)

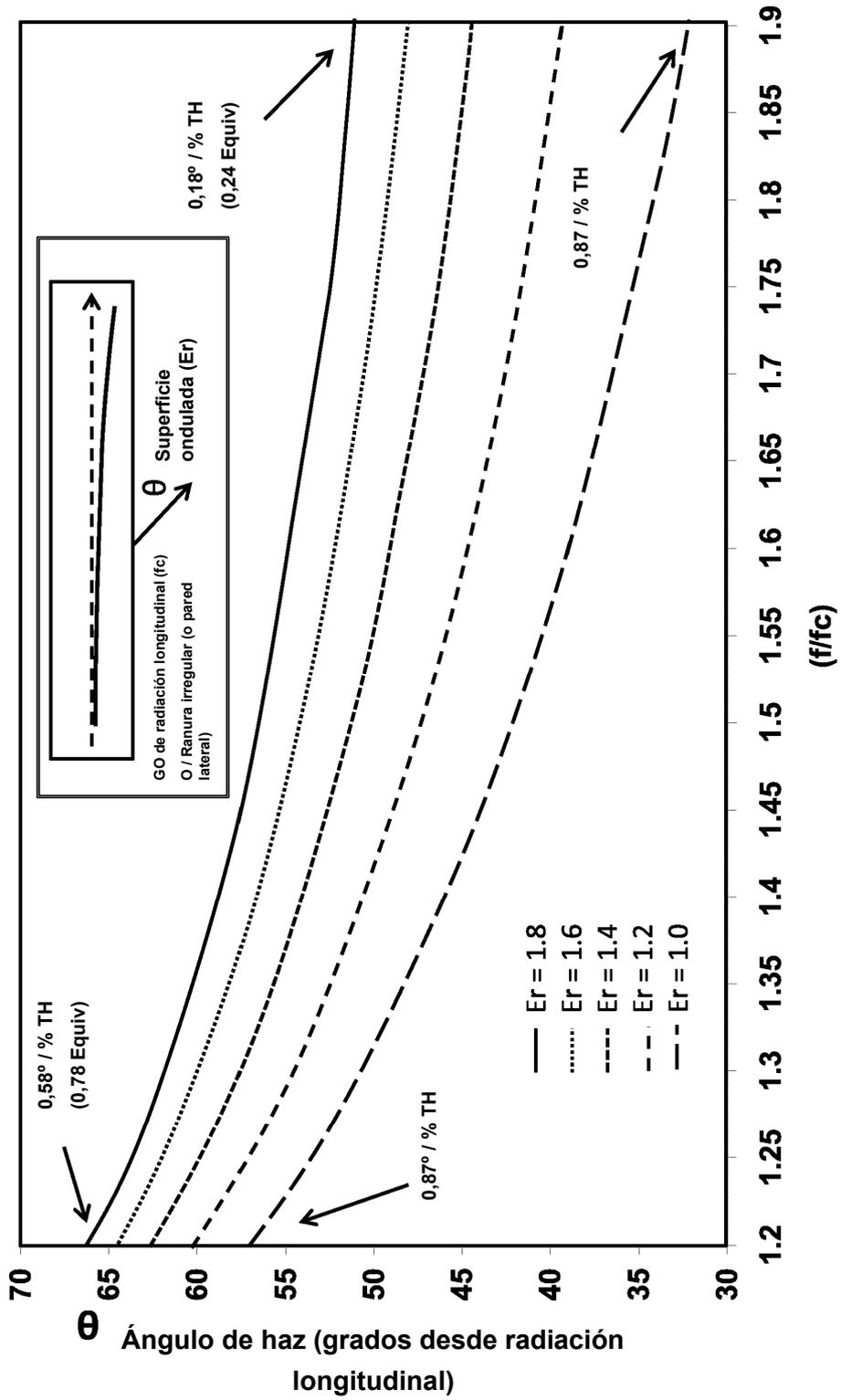


FIG. 11