

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 930**

51 Int. Cl.:

H01Q 13/16 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 21/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2014 PCT/IB2014/065773**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016 WO16012845**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2014 E 14799215 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3172797**

54 Título: **Antena de ranura**

30 Prioridad:

21.07.2014 US 201462026811 P

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

08.04.2021

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**WIGHT, JIM;
FRANK, PETER;
SMITH, ROLAND y
SKOF, MIKE**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 817 930 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Antena de ranura

5 **Campo de la divulgación**

La presente invención se refiere a antenas y más particularmente a antenas de ranura.

Antecedentes

10 Las antenas conocidas de bajo costo actualmente incluyen antenas planas invertidas "F" o "L" (PIFA o PILA). El tamaño de estas antenas escala inversamente con la frecuencia, por lo tanto, a ciertas frecuencias, como 2,4 GHz usadas para las antenas Wi-Fi, PIFA y PILA, puede ser bastante grande.

15 Las antenas de placa de circuito impreso (PCB) (incluidos dipolos y monopolos) también se usan con frecuencia. Sin embargo, también escalan inversamente con la frecuencia. Por lo tanto, a ciertas frecuencias, como 2,4 GHz, también pueden ser bastante grandes.

20 A medida que los productos de radio, incluidos los puntos de acceso, se reducen de tamaño, el uso de antenas PIFA y PILA de metal doblado de bajo costo se convierte en un factor limitativo que afecta las dimensiones del producto. Si se usan antenas PCB, un tamaño pequeño requiere materiales con alta constante dieléctrica, lo que aumenta el costo total del producto.

25 Las antenas de ranura típicas pueden ser de bajo costo, sin embargo, también pueden ser más grandes de lo que sería deseable para los productos de radio actuales.

30 El documento CN 201966324 U divulga una antena de etiqueta de doble frecuencia de identificación de frecuencia de radio que comprende un sustrato y una capa de metal que cubre el sustrato. La capa de metal tiene una estructura de intervalo grabada que comprende un intervalo horizontal y una pluralidad de intervalos verticales dispuestos en dos lados del intervalo horizontal, formando la estructura de intervalo grabada una estructura de intervalo de peine de microtiras.

35 El documento US 2014/0071009 A1 divulga una antena de banda dual con un plano de metal rectangular que incluye una estructura de ranura que se extiende desde un primer lado a un segundo lado del plano de metal rectangular, una terminal de alimentación formada en el plano de metal rectangular, y un elemento de tierra para conectar eléctricamente el plano de metal rectangular y una tierra de sistema. En una realización, la estructura de ranura comprende una ranura de extensión y una ranura en forma de L en los extremos de una sección de ranura rectangular de la estructura de ranura.

40 El documento EP 1950831 A1 se refiere a una antena de dirección de matriz dipolo.

45 El documento US 2002/0175874 A1 muestra una antena de ranura de cruz fractal con una capa de ranura de cruz fractal de radiación. La capa de ranura de cruz fractal de radiación tiene una pluralidad de elementos de antena, en la que cada elemento de antena se forma mediante una ranura serpenteante. La antena de ranura de cruz fractal también comprende una capa de plano de tierra que está separada de la capa de ranura de cruz fractal por una capa de espaciador.

50 El documento US 7358912 B1 muestra un aparato de antena con una pluralidad de elementos de antena que incluye una pluralidad de dipolos y/o una pluralidad de antenas de ranura.

55 El documento US 2014/0022131 A1 divulga una antena polarizada dual de banda ancha con un elemento de radiación monopolo polarizado verticalmente y una pluralidad de elementos de radiación polarizados horizontalmente.

60 El documento US 2009/0153423 A1 divulga un dispositivo de comunicación inalámbrica con un sistema de antena multibanda. El sistema de antena multibanda comprende una placa de circuito impreso con un contacto de alimentación, un conductor que se extiende completamente fuera de una PCB de tierra, en el que el conductor no tiene contacto de tierra con la PCB de tierra. El conductor tiene una ranura incluida y es alimentado con señales que usan una línea de alimentación que se acopla al conductor en el contacto de alimentación.

65 Por lo tanto, se requiere una antena de pequeño tamaño de bajo costo para superar los problemas de la técnica anterior.

Sumario

La invención se define por las reivindicaciones independientes. Además, las realizaciones de la invención son aquellas definidas por las reivindicaciones. Además, se presentan ejemplos, aspectos y reivindicaciones, que no son cubiertos por las reivindicaciones, no como realizaciones de la invención, sino como técnica anterior o ejemplos útiles para entender la invención.

5 Se proporcionan antenas de ranura que permiten una reducción de tamaño del tamaño físico de la antena a una frecuencia de operación, en comparación con el tamaño físico de una antena de ranura simple a la misma frecuencia de operación. Tales antenas se denominan en el presente documento antenas de ranura ranuradas o antenas dentadas.

10 De acuerdo con una primera realización, una antena de ranura comprende las características de la reivindicación 1. La antena de ranura tiene una longitud física reducida en comparación con la longitud de una antena de ranura típica en la misma frecuencia de operación.

15 De acuerdo con una segunda realización, se proporciona un dispositivo electrónico que comprende un plano de tierra y una antena de ranura de acuerdo con la primera realización. La antena de ranura está montada en el plano de tierra.

20 De acuerdo con una tercera realización, se proporciona un dispositivo electrónico que comprende un plano de tierra y una pluralidad de antenas de ranura de acuerdo con la primera realización. Las antenas de ranura están montadas en el plano de tierra.

25 Otras realizaciones de antenas de ranura ranuradas divulgadas en el presente documento proporcionan reducciones de tamaño adicionales mientras mantienen una buena ganancia y pérdida de retorno. La antena de ranura ranurada es adecuada para su uso en radios de factor de forma pequeña o de Wi-Fi ultracompactas.

30 De acuerdo con las realizaciones particulares, se puede lograr una reducción significativa del tamaño de la antena, tanto en longitud como en altura (o ancho). El tamaño reducido de la antena de ranura ranurada permite desarrollar productos de radio más pequeños. Las antenas propuestas también se pueden trabajar con estaño como metal de bajo costo para la antena.

35 De acuerdo con las realizaciones particulares, una antena de ranura ranurada incluye uno o más puntos de alimentación para conectar los respectivos cables RF. De acuerdo con otras realizaciones, una antena de ranura ranurada incluye uno o más puntos de alimentación adaptados para montar directamente la antena en una placa de circuito impreso (PCB) sin el uso de cables RF intermedios.

40 La antena de ranura ranurada de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación puede realizarse como una antena polarizada verticalmente o polarizada horizontalmente, y por lo tanto puede usarse para proporcionar diversidad de polarización, que es útil para la operación de múltiple entrada múltiple salida (MIMO).

45 Además, un dispositivo electrónico que comprende una o más antenas de ranura ranuradas de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación puede tener una polarización vertical bien definida, que es útil para montaje en techo. Por ejemplo, una radio Wi-Fi ultracompacta puede emplear cuatro antenas de ranura ranuradas polarizadas verticalmente, alimentadas por cables RF.

Breve descripción de las figuras de dibujo

50 Las figuras de dibujo adjuntas incorporadas y que forman parte de esta especificación ilustran varios aspectos de la divulgación, y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la divulgación.

Las figuras 1A y 1B ilustran una antena de ranura de la técnica anterior y una antena dipolo de metal de la técnica anterior, respectivamente;

55 las figuras 2A y 2B ilustran una antena de ranura doblada de la técnica anterior y una antena dipolo de metal doblado de la técnica anterior, respectivamente;

la figura 3 ilustra una vista superior de una antena de ranura de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación;

60 las figuras 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B, 7 y 8 ilustran antenas de ranura de acuerdo con varios ejemplos de la presente divulgación;

las figuras 9A a 9B ilustran las dimensiones de una antena de ranura ranurada de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación;

65 la figura 10 ilustra un dispositivo electrónico que comprende antenas de ranura ranuradas de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación;

las figuras 11A, 11B y 11C ilustran un dispositivo electrónico que comprende antenas de ranura ranuradas de acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación;

5 las figuras 12 a 14 ilustran los resultados de simulación asociados con ejemplo en las figuras 11A a 11C;

las figuras 15 y 16 ilustran un dispositivo electrónico que comprende antenas de ranura ranuradas de acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación;

10 las figuras 17, 18A, 18B y 19 ilustran los resultados de la simulación asociados con el ejemplo en la figura 11.

Descripción detallada

15 Las realizaciones expuestas a continuación representan información para permitir a los expertos en la técnica practicar las realizaciones e ilustrar el mejor modo de practicar las realizaciones. Al leer la siguiente descripción a la luz de las figuras de los dibujos adjuntos, los expertos en la técnica comprenderán los conceptos de la divulgación y reconocerán las aplicaciones de estos conceptos que no se abordan particularmente en el presente documento. Debe entenderse que estos conceptos y aplicaciones caen dentro del alcance de la divulgación y las reivindicaciones adjuntas.

20 Típicamente, una antena metálica comprende una disposición de conductores, conectados eléctricamente al receptor o transmisor. Una corriente oscilante de electrones forzados a través de la antena por un transmisor a través de un punto de alimentación crea un campo magnético oscilante alrededor de los elementos de la antena. Al mismo tiempo, la carga de los electrones también crea un campo eléctrico oscilante a lo largo de los elementos. 25 Estos campos que varían en el tiempo se irradian desde la antena hacia el espacio como una onda de campo electromagnético transversal en movimiento. Por el contrario, durante la recepción, los campos eléctricos y magnéticos oscilantes de una onda de radio entrante ejercen fuerza sobre los electrones en los elementos de la antena. Esta fuerza hace que los electrones se muevan hacia adelante y hacia atrás, creando corrientes oscilantes en la antena, que se recogen a través de un punto de alimentación. Estas corrientes son alimentadas a un receptor 30 para ser amplificadas.

La presente divulgación se refiere a antenas de ranura. Para facilitar la comprensión, una antena de ranura típica como se conoce en la técnica se denominará en el presente documento como una antena de ranura simple. Además, aunque parte de la descripción a continuación se proporciona en referencia a las antenas de transmisión, una persona experta en la técnica comprenderá fácilmente los conceptos descritos como aplicables a las antenas de 35 recepción.

Las figuras 1A y 1B ilustran una antena 10 de ranura de la técnica anterior (denominada en el presente documento "antena de ranura simple") y una antena 20 de metal de la técnica anterior, respectivamente. La antena 10 de ranura simple comprende un conductor 12, un agujero alargado o ranura 14 recortada dentro del conductor 12 y un punto 40 16 de alimentación. De manera similar, la antena 20 de metal comprende dos conductores 21, 22 de metal de igual longitud y un punto 26 de alimentación.

En funcionamiento, las corrientes oscilantes se proporcionan respectivamente a la antena 10 de ranura simple y a la 45 antena 20 de metal a través de los puntos 16, 26 de alimentación. Los medios de resonancia son diferentes en la antena 20 de metal en comparación con una antena 10 de ranura simple. En el caso de la antena 20 de metal, el punto 26 de alimentación está entre los conductores 21, 22 de metal y la onda del campo electromagnético viaja a lo largo de los conductores 21, 22 de metal. En el caso de la antena 10 de ranura simple, el punto 16 de alimentación está a través de la ranura 14. Esto obliga a la onda electromagnética a viajar a través de la ranura 14. Más 50 específicamente, la corriente viaja alrededor de la ranura 14 y el voltaje a través de la ranura 14. Entonces, en la antena 20 de metal, los conductores 21, 22 de metal forman el elemento radiante, mientras que en una antena 10 de ranura, la ranura 14 es el elemento radiante. En las figuras 1A y 1B, las flechas indican la magnitud y dirección de una onda estacionaria creada en cada caso. En ambas figuras, los mismos patrones son válidos: cuanto más cerca del punto de alimentación, mayor es la magnitud de la onda estacionaria creada y cuanto más se acerca al final del elemento, menor es la magnitud de la onda estacionaria creada. Si la longitud de la ranura 14 y del conductor 22 de 55 metal es nominalmente $\lambda/2$, las dos antenas resuenan a una frecuencia $f = v/\lambda$, donde v es la velocidad de la onda electromagnética. Por lo tanto, la longitud de la ranura 14 y del conductor 22 de metal establece la frecuencia de resonancia (o frecuencia de funcionamiento nominal), mientras que la mayoría de la radiación proviene de la región donde el flujo de corriente es mayor.

60 En vista de lo anterior, al doblar longitudinalmente los extremos de las antenas 10 y 20 de ranura, para llegar a la antena 10' de ranura y la antena 20' de metal, como se muestra en las figuras 2A y 2B, se mantiene la frecuencia deseada y solo una pequeña parte de la potencia de radiación se sacrifica. El elemento de radiación en cada caso, a saber, la ranura 14' para la antena 10', y los conductores 21' y 22' para la antena 20', sigue siendo $\lambda/2$, para resonar 65 en $f = v/\lambda$, pero el cambio al patrón original es muy pequeño porque solo las puntas de las antenas 10 y 20 se han doblado, y esto solo afecta a las corrientes más pequeñas.

Se proporcionan antenas de ranura ranuradas que permiten una reducción de tamaño del tamaño físico de la antena a una frecuencia de operación, en comparación con el tamaño físico de una antena de ranura simple a la misma frecuencia de operación.

5 La figura 3 ilustra una vista superior de una antena 30 de ranura de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación. En general, la antena 30 de ranura puede usarse para transmitir o recibir frecuencias dentro de un ancho de banda alrededor de una frecuencia de funcionamiento nominal. De manera similar a la antena de ranura simple de la figura 1A, la antena 30 de ranura comprende un conductor 32, una ranura principal 34 y un punto 36 de alimentación. Sin embargo, en comparación con la antena 10 de ranura simple, la antena 30 de ranura comprende además una o más ranuras laterales 37, también denominadas en el presente documento ranuras secundarias. El conductor 32 tiene un eje 33 que define un primer lado 32-A de conductor y un segundo lado 32-B de conductor. La ranura principal 34 se extiende longitudinalmente dentro del conductor a lo largo del eje 33. El punto 36 de alimentación (que también puede denominarse un puerto de alimentación) comprende un primer punto 36-A de acoplamiento y un segundo punto 36-B de acoplamiento ubicados respectivamente en el primer y segundo lado 32A, 32-B de conductor. Dicha o más ranuras laterales 37 se extienden desde la ranura principal 34 al conductor 32. Debido a la presencia de una o más ranuras laterales 37, la antena 30 de ranura y cualquier equivalente también se denominan en el presente documento 'antenas de ranura ranuradas' o 'antenas dentadas'.

20 En funcionamiento, el punto 36 de alimentación permite el acoplamiento de una corriente oscilante a la antena 30 de ranura, a través de los dos puntos 36-A, 36B de acoplamiento. En funcionamiento, dicha o más ranuras secundarias 37 proporcionan una carga inductiva y/o capacitiva de la onda electromagnética, haciendo que disminuya su velocidad a medida que viaja a lo largo de la ranura principal 34. En consecuencia, la velocidad de la onda y, por lo tanto, la frecuencia de resonancia, se reducen. Por lo tanto, para irradiar a la misma frecuencia, la longitud de la antena 30 de ranura puede ser más corta que la longitud de la antena 10 de ranura simple en la figura 1A.

Pueden ser adecuadas diversas configuraciones de las ranuras laterales 37 en términos de su número general, formas, ubicaciones relativas a la ranura principal 34, sus respectivas longitudes y anchos. De acuerdo con un ejemplo, la longitud de todas las ranuras laterales 37 corresponde a un cuarto de longitud de onda de la frecuencia operativa nominal, es decir, $\lambda/4$, y el ancho de todas las ranuras laterales corresponde a una décima parte de la frecuencia operativa nominal, es decir, $\lambda/10$. En otros ejemplos, la longitud de algunas o todas las ranuras laterales corresponde a un múltiplo entero de la frecuencia operativa nominal, es decir, $n\lambda/4$, donde n es un entero impar positivo. De este modo, se pueden lograr diversos factores de reducción para la longitud de la antena 30 de ranura con tales configuraciones.

35 Las ranuras laterales 37 pueden extenderse desde la ranura principal 34 hacia uno solo o hacia ambos lados 32-A, 32-B de conductor. Las ranuras laterales 37 pueden tener formas alargadas simples, o pueden ser formas de ranura más complejas, tales como formas de tipo fractal. Las ranuras laterales 37 pueden tener sus propias ranuras laterales.

40 La figura 3 ilustra las ranuras laterales 37 como orientadas perpendicularmente a la dirección del eje 33. Sin embargo, otras orientaciones pueden ser posibles. Tales orientaciones alternativas pueden estar en ángulos distintos de 90° con respecto a la dirección del eje 33.

45 La figura 3 también ilustra el punto 36 de alimentación a la mitad de la longitud de la ranura principal 34. Sin embargo, son posibles ubicaciones alternativas de puntos de alimentación, a lo largo de las ranuras primarias o secundarias. Además, ejemplos alternativos contemplan una pluralidad de puntos de alimentación. Estos podrían usarse, por ejemplo, en una estructura de alimentación equilibrada (o "empujar-tirar").

50 Los extremos (o puntas) del conductor 32 pueden doblarse para reducir aún más el tamaño total de la antena 30 de ranura. Si la ranura principal 34 y una o más de las ranuras laterales 37 se doblan con el doblado del extremo del conductor, la frecuencia de radiación no se ve afectada.

55 La antena 30 de ranura ranurada puede realizarse como una antena polarizada verticalmente o polarizada horizontalmente. La orientación de la ranura principal 34 con respecto al suelo indicará el tipo de polarización. Dado que, en funcionamiento, el campo eléctrico se establece a través de la ranura principal 34, si la ranura principal es paralela al suelo, la antena de ranura está polarizada verticalmente. Del mismo modo, si la ranura principal es perpendicular al suelo, la antena de ranura está polarizada horizontalmente. El uso de una combinación de antenas 30 de ranura ranuradas dentro de un producto de radio, por lo tanto, puede proporcionar diversidad de polarización, que es útil para la operación MIMO. Además, un dispositivo electrónico que comprende una o más antenas 30 de ranura ranuradas puede lograr una polarización vertical bien definida, que es útil para el montaje en el techo.

65 Se puede usar metal de bajo costo como el estaño como material conductor 32. Esto permite una fabricación fácil y disminuye el costo total del producto.

Las figuras 4A, 4B, 5A, 5B, 6A, 6B, 7 y 8 ilustran diversas variantes de la antena 30 de ranura ranurada de acuerdo con la presente divulgación. En estas figuras, se usan números similares para elementos similares. En particular, las antenas 30-1a, 30-1 b, 30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4 y 30-5 son antenas de ranura ranuradas, que comprenden, cada una, una ranura principal 34, un punto 36 de alimentación y una pluralidad de ranuras laterales 37. Varias características particulares de cada uno de estos ejemplos pueden combinarse en otras realizaciones.

En algunos ejemplos, el conductor 32 se dobla para adaptar el tamaño de la antena 30 para adaptarse a un espacio de montaje disponible. En las antenas 30-1a y 30-1b de ranura ranuradas de las figuras 4A y 4B, los extremos de la ranura principal 34 se doblan doblando el conductor. Esto permite una reducción adicional de la longitud de las antenas de ranura ranuradas respectivas. En las antenas 30-2a, 30-2b, 30-3 y 30-4 de ranura ranuradas de las figuras 5A, 5B, 6A, 6B y 7, los extremos de las ranuras laterales 37 se doblan doblando el conductor. Esto permite una reducción de ancho de las antenas de ranura ranuradas respectivas. En algunas realizaciones (no mostradas), los extremos de la ranura principal 34 se doblan para reducir la longitud de la antena de ranura y los extremos de dicha o más ranuras laterales 37 se doblan para reducir el ancho de la antena de ranura. De acuerdo con las realizaciones divulgadas, el doblado de los extremos de la ranura principal 34 y las ranuras laterales 37 permite una reducción de la longitud y el ancho de la antena sin sacrificar la ganancia de la antena. El doblado puede ser en la misma dirección (en forma de "U"), como en las figuras 4A y 5A, en direcciones opuestas (en forma de "Z"), como en las figuras 4B, 5B, 6A y 6B o en una sola dirección (no mostrado). En realizaciones alternativas (no mostradas), el doblado puede seguir geometrías más complejas, como arcos o esquinas.

Las ranuras laterales 37 pueden ubicarse en ambos lados de la ranura principal 34 como en las figuras 4, 5 y 7 o en un solo lado de la ranura principal 34, como en las figuras 6A y 6B. Las ranuras laterales 37 pueden tener longitudes y anchos iguales o pueden tener diferentes longitudes y anchos, como se ve en los dibujos.

En el ejemplo ilustrado en las figuras 6A a 6B, el conductor 32 se dobla ortogonalmente al plano de la ranura principal 34. Esta característica permite un fácil montaje del lado de la antena 30-4 de ranura en una superficie de montaje plana y, en particular, sobre un plano de tierra.

El punto 36 de alimentación puede ubicarse a lo largo de la ranura primaria 34 como en las figuras 4 a 5, o a lo largo de las ranuras laterales 37, como en las figuras 6 y 7.

El punto 36 de alimentación puede adaptarse para conectarse a un cable RF. Las figuras 6A y 6B ilustran dos vistas en perspectiva de una antena 30-5 de ranura ranurada que muestra un cable RF 60 conectado al punto 36 de alimentación. El punto de alimentación tiene un primer y segundo punto de acoplamiento en lados opuestos del conductor con respecto a la ranura principal 34. El primer punto de acoplamiento se adapta para conectarse a tierra a través de medios de acoplamiento tales como una funda trenzada dentro del cable RF 60. El segundo punto de acoplamiento se adapta para conectarse a una señal RF a través de medios de acoplamiento tales como un pin de corriente alterna (CA) en el cable RF 60.

La figura 7 ilustra un ejemplo de una antena 30-4 de ranura de acuerdo con la presente divulgación en la que el punto 36 de alimentación puede adaptarse para conectarse directamente a una placa de montaje, tal como una placa de circuito impreso (PCB). Ventajosamente, esto elimina la necesidad de usar un cable RF. Por consiguiente, tales ejemplos pueden ser más confiables y su implementación puede costar menos.

Se puede lograr una media antena de ranura ranurada a partir de la mitad de una antena de ranura ranurada colocada en ángulo sobre un plano de tierra. El ángulo puede ser 90 °. La figura 8 ilustra cuatro medias antenas 30-5 de ranura ranuradas colocadas ortogonalmente sobre un plano 50 de tierra ininterrumpido. Cada antena 30-5 de ranura ranurada se puede obtener cortando la mitad de la antena 30-2a o 30-2b de ranura ranurada, a lo largo de la ranura principal 34. Se reconocerá que las antenas 30-5 de ranura ranuradas pueden mecanizarse directamente como una media antena de ranura ranurada, en lugar de cortarse de antenas de ranura ranuradas completa.

En una realización alternativa, no mostrada, se puede colocar una media antena de ranura ranurada sobre una segunda ranura en un plano de tierra en un ángulo, tal como 90 °. La segunda ranura también puede tener ranuras laterales en el plano de tierra. La segunda ranura también puede, o alternativamente, tener sus extremos doblados en ángulos rectos (ortogonales) en el plano del plano de tierra.

Además, en otra realización, una media antena de ranura ranurada comprende un conductor plano colocado en un ángulo, tal como 90 °, sobre una ranura principal alargada en un plano de tierra. La ranura principal en el plano de tierra tiene ranuras laterales que proporcionan una carga inductiva y/o capacitiva.

En otra realización de antena de ranura ranurada contemplada, no mostrada, el conductor se adapta para deslizarse parcialmente dentro de una placa de tierra.

Las figuras 9A y 9B ilustran las dimensiones de una antena de ranura ranurada de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación. La figura 9A muestra un diagrama de una antena de ranura simple para una frecuencia dada de 3,556 cm (1,4") de ancho y 7,874 cm (3,1") de largo. La figura 9B muestra una antena de ranura ranurada para la

misma frecuencia que 3,302 cm (1,3") de ancho y x 6,096 cm (2,4") de largo. Se puede ver que mientras la antena en la figura 9B no se dobla, para la misma frecuencia, un factor de reducción de longitud de $-0.77 (= 2,4/3,1)$ se logra solo mediante la adición de ranuras laterales.

5 Los productos pueden desarrollarse usando una o más antenas de ranura ranuradas. Las figuras 10 a 19 se refieren a dispositivos electrónicos que comprenden una o más antenas de ranura ranuradas, de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación.

10 De acuerdo con algunas realizaciones, la pluralidad de antenas de ranura puede montarse simétricamente alrededor de un eje central ortogonal al plano de tierra para permitir, durante el funcionamiento de la antena, una distribución simétrica de campo lejano.

15 La figura 10 ilustra un dispositivo electrónico 70 que combina múltiples antenas de ranura ranuradas. En particular, suponiendo un montaje en el techo, cuatro antenas 30-2a de ranura ranuradas polarizadas verticalmente están dispuestas alrededor de una antena 30-1a de ranura ranurada polarizada horizontalmente. Se entenderá que son posibles muchas otras combinaciones o arreglos de elementos.

20 Las antenas de ranura ranuradas de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación son adecuadas para su uso en radios de factor de forma pequeña o radios Wi-Fi ultracompactas. Las figuras 11A a 11C ilustran una radio DOT Wi-Fi 80-1 de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación. Esta radio Wi-Fi ultracompacta emplea cuatro antenas 30-5 de ranura ranuradas polarizadas verticalmente, alimentadas por cables RF 52.

25 La figura 12 es una representación del patrón 90 de emisión de la radio de las figuras 11A-11C. La figura 13 es un gráfico que ilustra la pérdida de retorno no optimizada. La figura 14 es un gráfico que ilustra el patrón de campo lejano acimutal.

30 La figura 15 ilustra un dispositivo electrónico 80-2 de acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación. El dispositivo electrónico comprende cuatro antenas 30-3 de ranura ranuradas dispuestas sobre un plano 95 de tierra circular ininterrumpida de modo que sus ranuras principales 34 forman un cuadrado. Las cuatro antenas de ranura ranuradas están conectadas a los respectivos cables RF 60 a través de puntos de alimentación.

35 La figura 16 ilustra un diagrama del dispositivo en la figura 15 que indica los puertos P1E, P2, P3 y P4 de las cuatro antenas 30-3 de ranura ranuradas en el dispositivo 80-2. El puerto P1E es el puerto de excitación para los resultados de simulación que se muestran en las figuras 17, 18A y 18B y 19. Con respecto al diagrama de la figura 16, los ejes ortogonales x, y y z se definen de la siguiente manera: el eje x apunta hacia el puerto P1E en el plano de la página, el eje y apunta hacia el puerto P2 en el plano de la página y el eje z apunta hacia afuera del plano del papel. Un ángulo de elevación Phi de 0 grados (véase la figura 19) está a lo largo del eje x. El valor del ángulo de elevación Phi está aumentando en el plano x-y, yendo desde el eje x hacia el eje y, por lo tanto, el ángulo de elevación Phi = 90 grados está a lo largo del eje y. En las figuras 18A y 18B, el acimut de 0 grados está a lo largo del horizonte y los acimuts de 15 y 30 grados están a 15 y 30 grados sobre el horizonte, respectivamente.

45 La figura 17 ilustra el parámetro s11 "pérdida de retorno" para una sola antena 30-3 en la figura 15, con el eje vertical en dB. Se puede observar que la antena está ajustada para ~ 2,5GHz. Los otros parámetros (s21, s31, s41) muestran el aislamiento de elemento a elemento de la antena, que está en el rango de -15 a -20 dB.

50 Las figuras 18A y 18B son gráficos que ilustran los patrones de campo lejano acimutal para polarización vertical y polarización horizontal, respectivamente, para una sola antena 30-3 en la figura 15. La mayor parte de la energía radiada está en la polarización vertical y no en la polarización horizontal. Por lo tanto, el dispositivo 80-2 tiene una alta polarización vertical, útil para el montaje en el techo.

La figura 19 muestra el patrón de elevación para una sola antena 30-3 en la figura 15. 0 grados a lo largo de la abscisa apuntan directamente hacia el techo, y 180 grados apuntan hacia abajo. Esta antena es un radiador eficiente en todas partes, excepto directamente en el techo.

55 Las antenas de ranura y los dispositivos electrónicos de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación pueden adaptarse a cualquiera de transmisión de señal, recepción de señal o transmisión y recepción de señal.

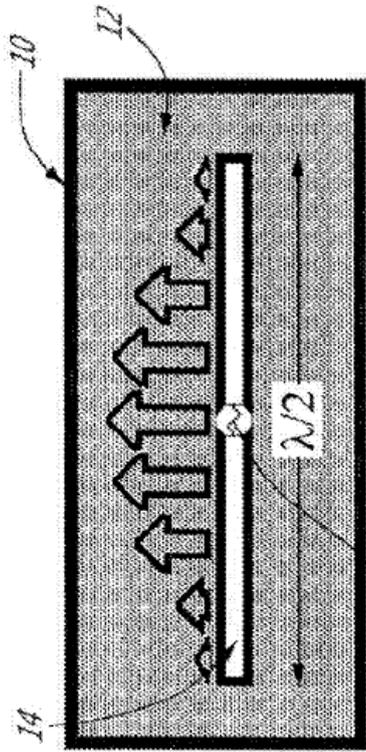
60 Los expertos en la técnica reconocerán mejoras y modificaciones a las realizaciones de la presente divulgación. Todas estas mejoras y modificaciones se consideran dentro del alcance de los conceptos divulgados en el presente documento y las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

- 1.- Una antena (30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura que comprende:
- 5 un conductor (32) que tiene una longitud y un eje (33) a lo largo;
- una ranura principal abierta (34) que se extiende longitudinalmente en el borde del conductor (32) a lo largo del eje (33);
- 10 un punto (36) de alimentación que tiene un primer punto (36-A) de acoplamiento en el conductor y
- una o más ranuras laterales (37) que se extienden desde la ranura principal (34), un plano de tierra, en la que el plano de tierra comprende una ranura;
- 15 en la que el conductor (32) se dobla de modo que los extremos de dicha o más ranuras laterales (37) se doblan (30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) en la que el conductor que comprende la ranura principal se coloca sobre la ranura del plano de tierra.
- 2.- Una antena (30-3, 30-4) como en la reivindicación 1, en la que dicha o más ranuras laterales (37) se extienden desde la ranura principal (34).
- 20 3.- Una antena (30-2a, 30-2b, 30-5) de ranura como en la reivindicación 2, en la que dicha o más ranuras laterales (37) se extienden desde la ranura principal (34) en el conductor.
- 25 4.- Una antena de ranura como en la reivindicación 1, en la que los extremos de la ranura principal (34) se doblan para reducir la longitud de la antena de ranura.
- 5.- Una antena (30-2a, 30-3, 30-4) de ranura como en la reivindicación 1, en la que los extremos de dicha o más ranuras laterales (37) se doblan en un patrón en forma de U o en un patrón en forma de Z.
- 30 6.- Una antena (30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura como en la reivindicación 1, en la que el conductor (32) se dobla para adaptar el tamaño de la antena para adaptarse a un espacio de montaje disponible.
- 7.- Una antena de ranura como en la reivindicación 1, en la que las ranuras laterales (37) tienen formas fractales.
- 35 8.- Una antena (30-4) de ranura como en la reivindicación 1, en la que el punto (36) de alimentación se adapta para estar conectado directamente a una placa de circuito impreso, PCB.
- 9.- Un dispositivo electrónico (70, 80-1, 80-2, 80-3) que comprende:
- 40 una antena (30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 10.- Un dispositivo electrónico (70, 80-1, 80-2, 80-3) como en la reivindicación 9, en el que la ranura principal (34) de la antena (30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura es paralela al plano de tierra.
- 45 11.- Un dispositivo electrónico (80-1) como en la reivindicación 9 o 10, en el que la antena de ranura está colocada en un ángulo sobre el plano de tierra.
- 12.- Un dispositivo electrónico como en la reivindicación 9, en el que la ranura del plano de tierra comprende una segunda ranura principal y una o más ranuras laterales que se extienden desde la ranura principal, siendo opcionalmente los extremos de dicha o más ranuras laterales doblados ortogonalmente en el plano de tierra.
- 50 13.- Un dispositivo electrónico como en la reivindicación 9 o 10, en el que el conductor de la antena de ranura se adapta para deslizarse parcialmente dentro del plano de tierra.
- 55 14.- Un dispositivo electrónico (70, 80-1, 80-2, 80-3) como en la reivindicación 9, en el que una pluralidad de antenas (30-1a, 30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura se montan en el plano (50, 95) de tierra, al menos una de las antenas (30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura de la pluralidad de antenas (30-1a, 30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura estando de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
- 60 15.- Un dispositivo electrónico (70) como en la reivindicación 14, en el que un primer conjunto (30-2a) de la pluralidad de antenas de ranura tiene su ranura principal (34) paralela al plano de tierra y las antenas (30-1a) de ranura restantes tienen su ranura principal (34) horizontal al plano de tierra.

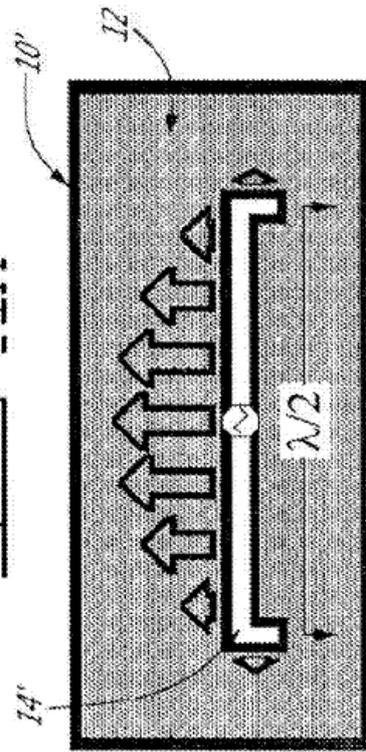
16.- Un dispositivo electrónico (80-1, 80-2, 80-3) como en la reivindicación 14, en el que la pluralidad de antenas (30-5, 30-3) de ranura se montan simétricamente alrededor de un eje central ortogonal al plano (50) de tierra para permitir, durante el funcionamiento de la antena, una distribución simétrica de campo lejano.

- 5 17.- Una antena (30-2a, 30-2b, 30-3, 30-4, 30-5) de ranura como en la reivindicación 1 adaptada a cualquiera de transmisión de señal, recepción de señal o transmisión y recepción de señal.



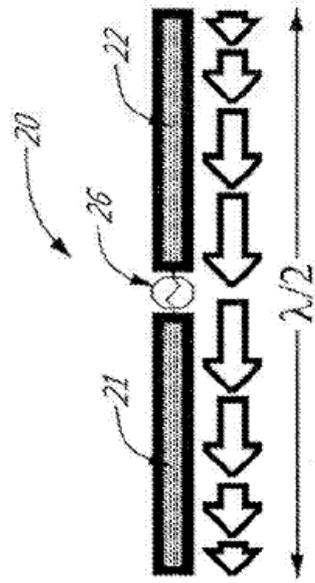
ANTENA DE RANURA

FIG. 1A



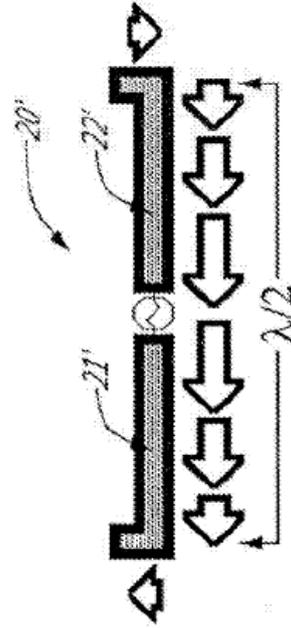
ANTENA DE RANURA

FIG. 2A



ANTENA DIPOLO DE METAL

FIG. 1B



ANTENA DIPOLO DE METAL

FIG. 2B

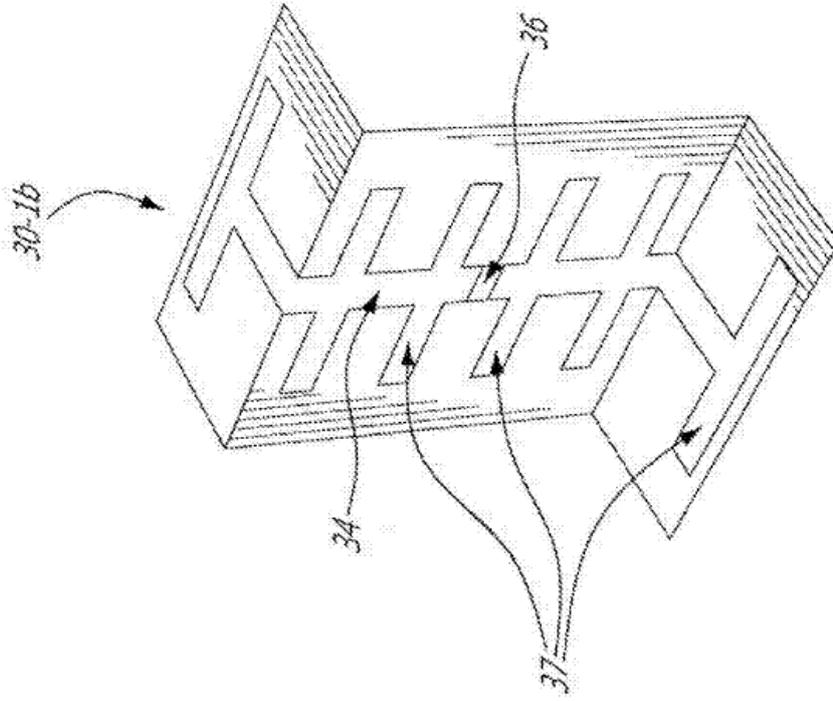


FIG. 4B

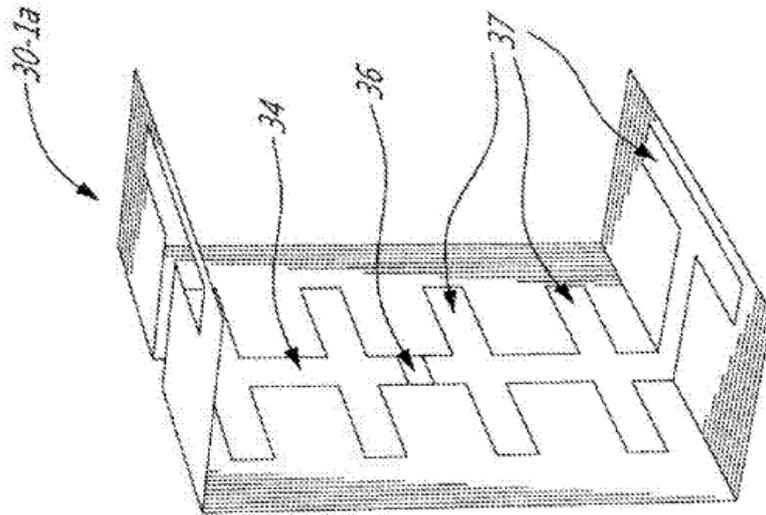


FIG. 4A

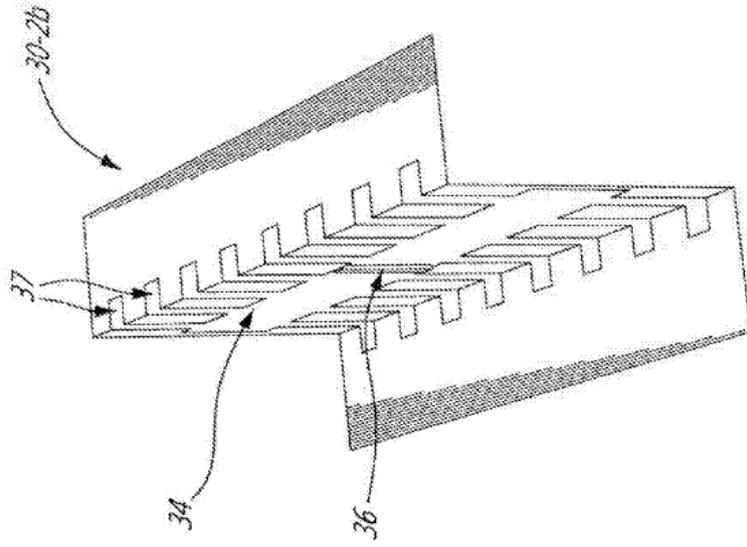


FIG. 5B

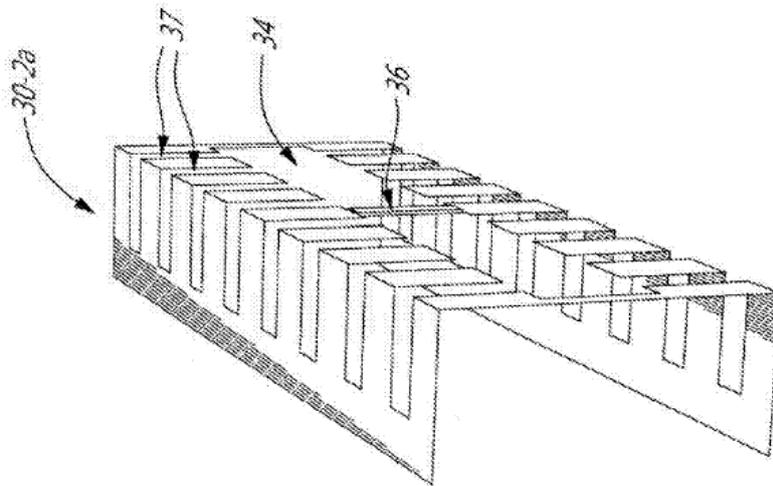
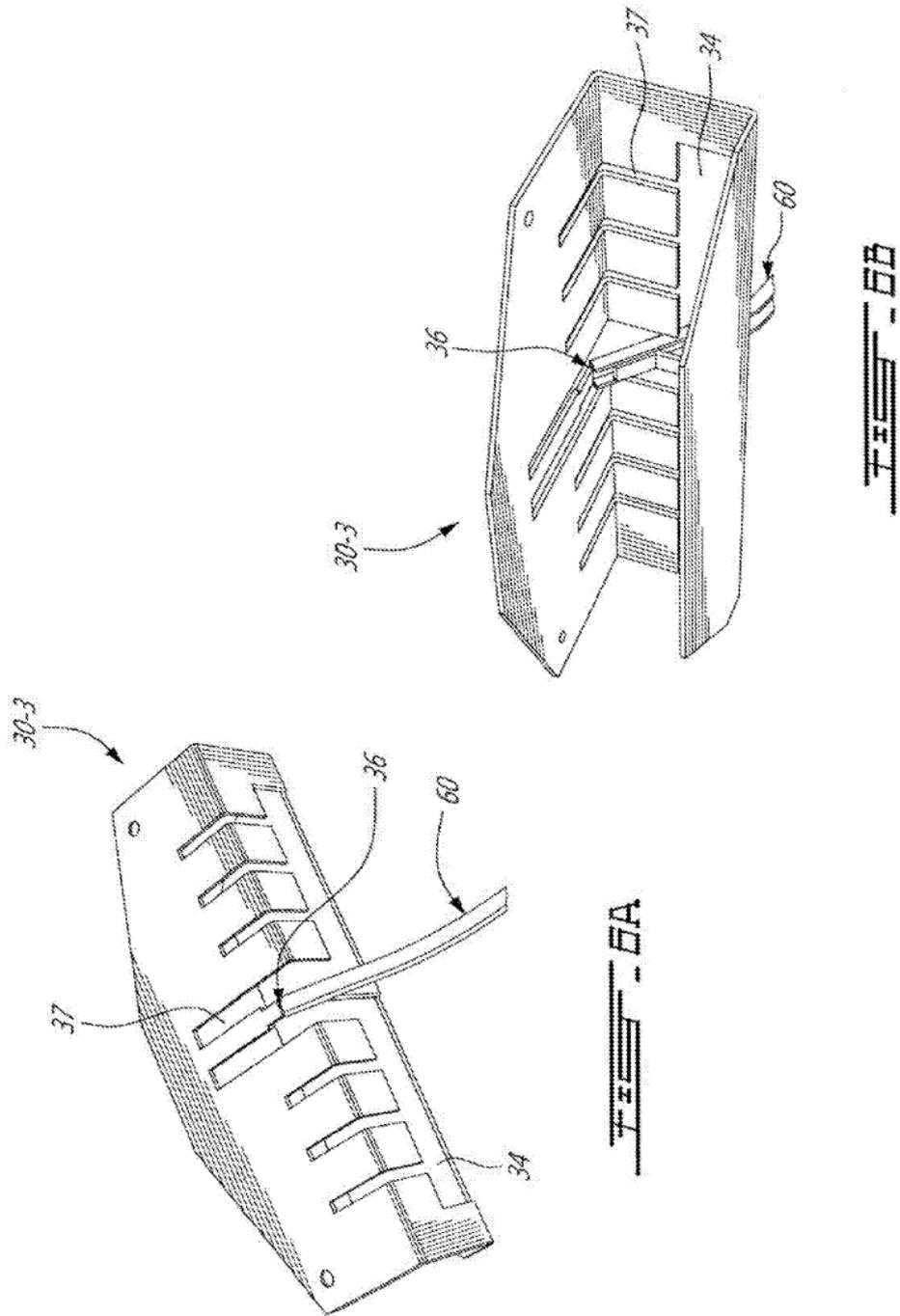
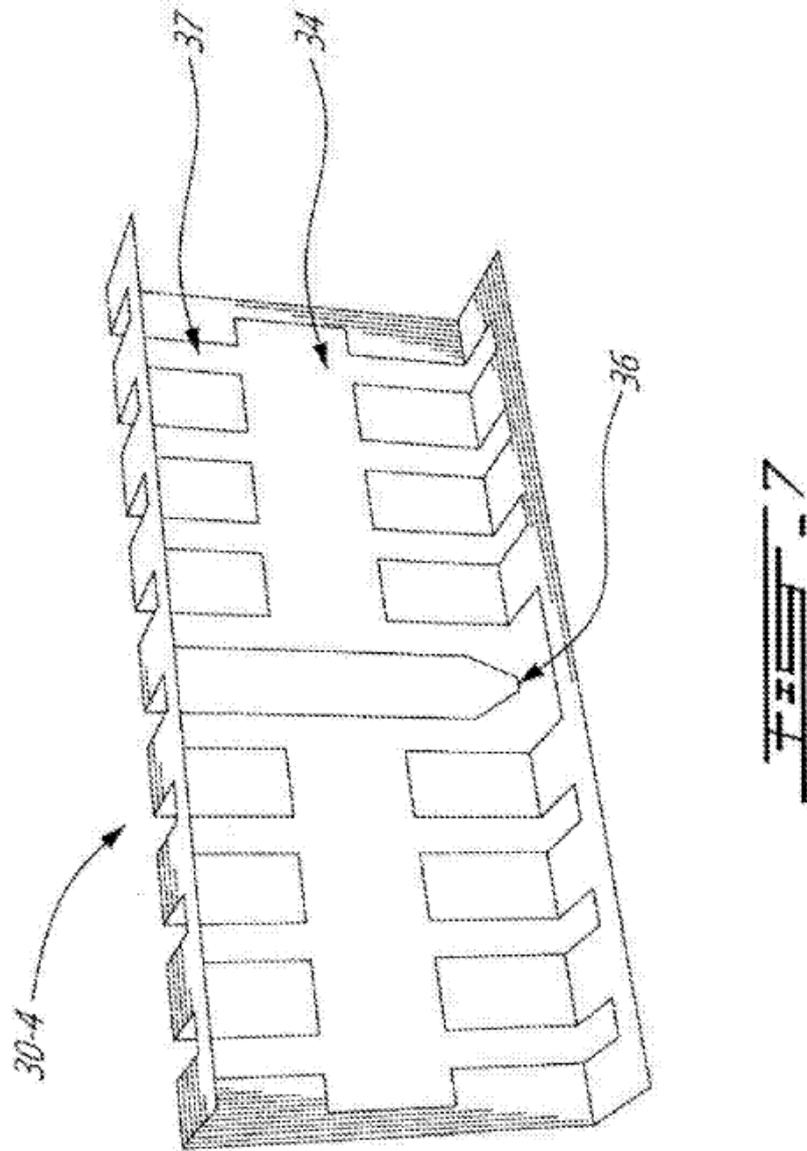
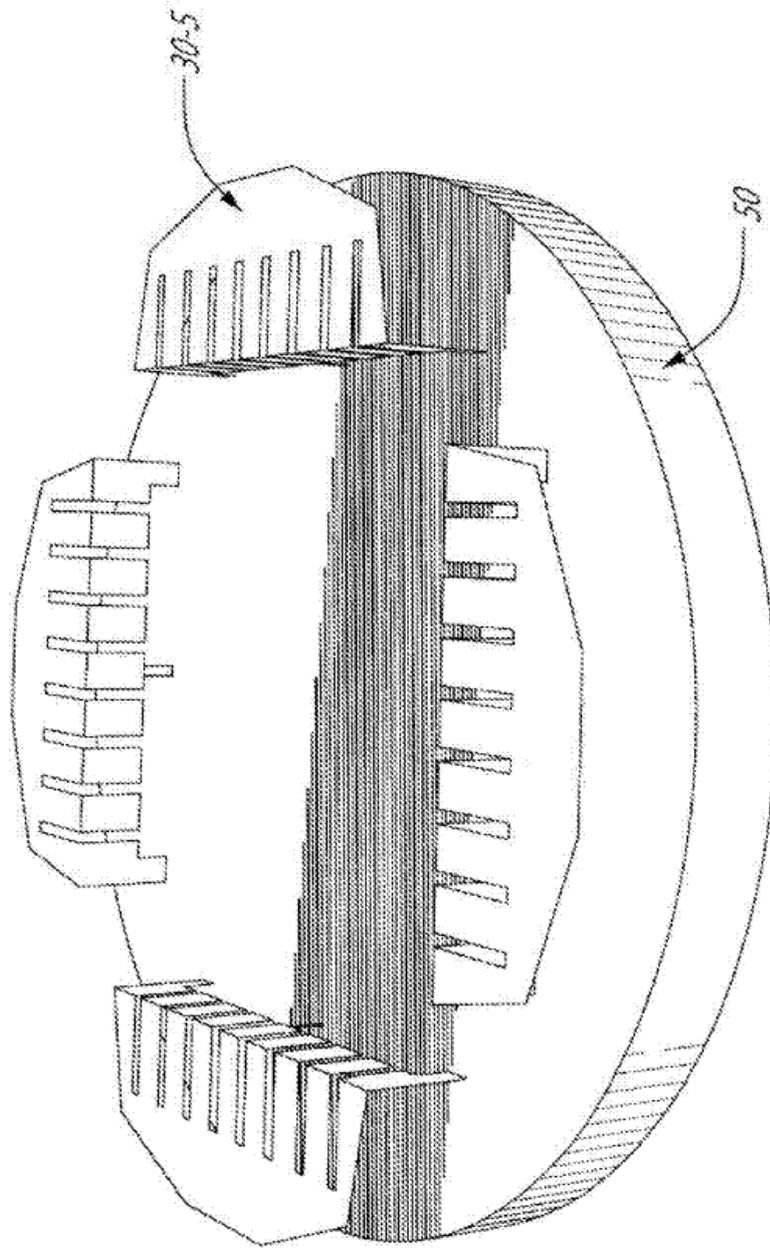


FIG. 5A







— — — — —

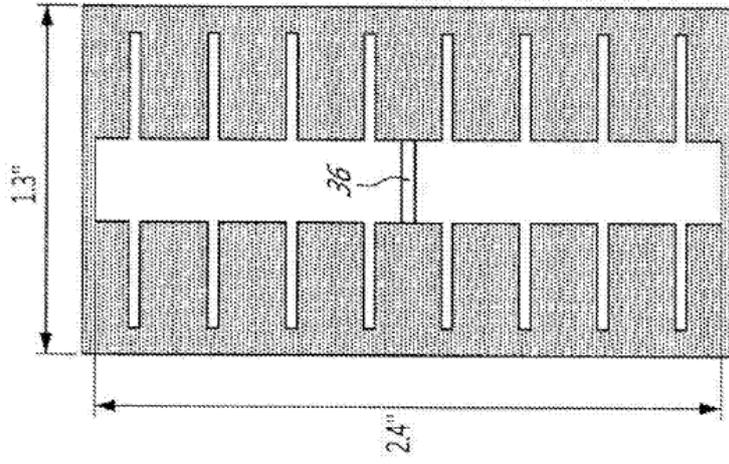


FIG. 8B

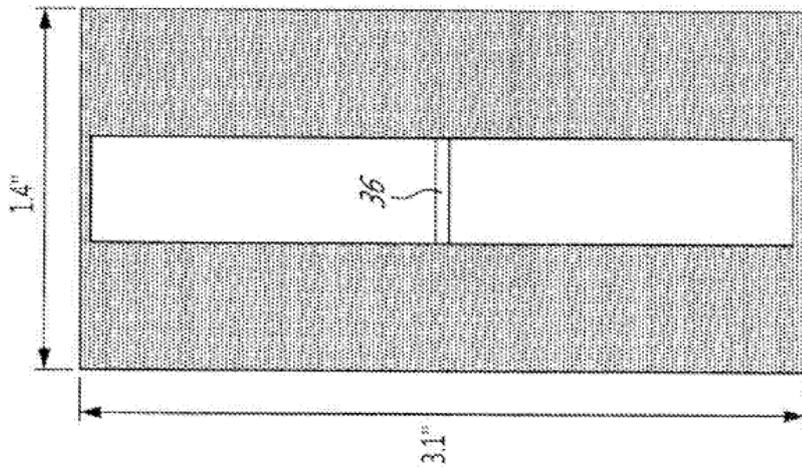
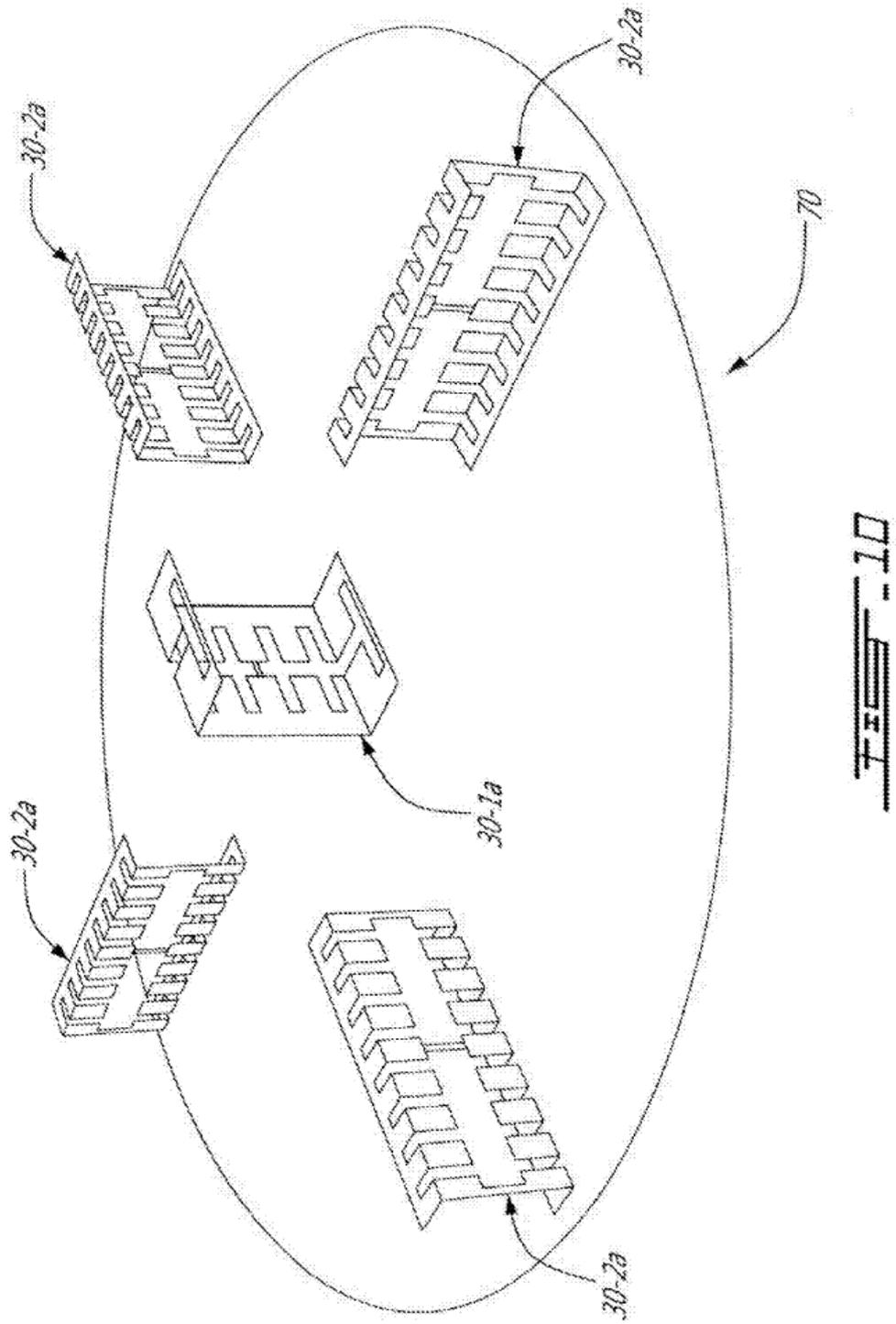


FIG. 8A



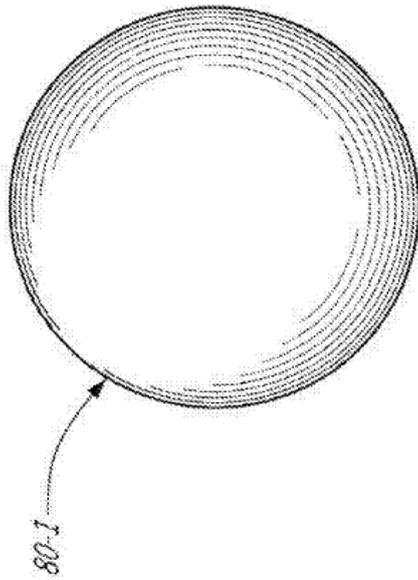
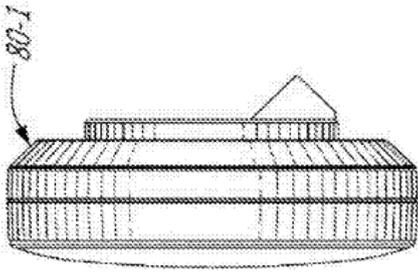


FIG. 11B

FIG. 11A

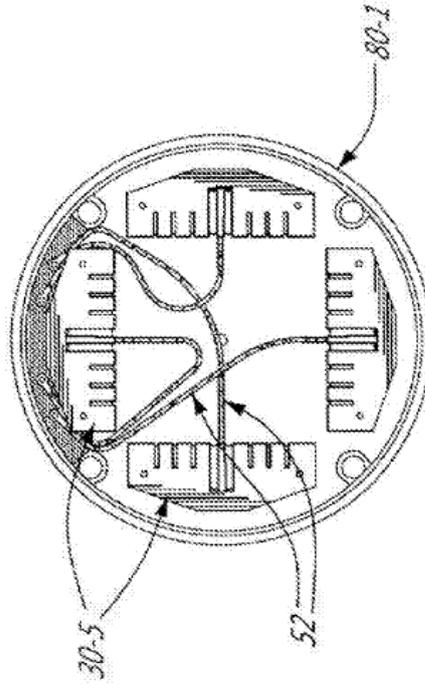


FIG. 11C

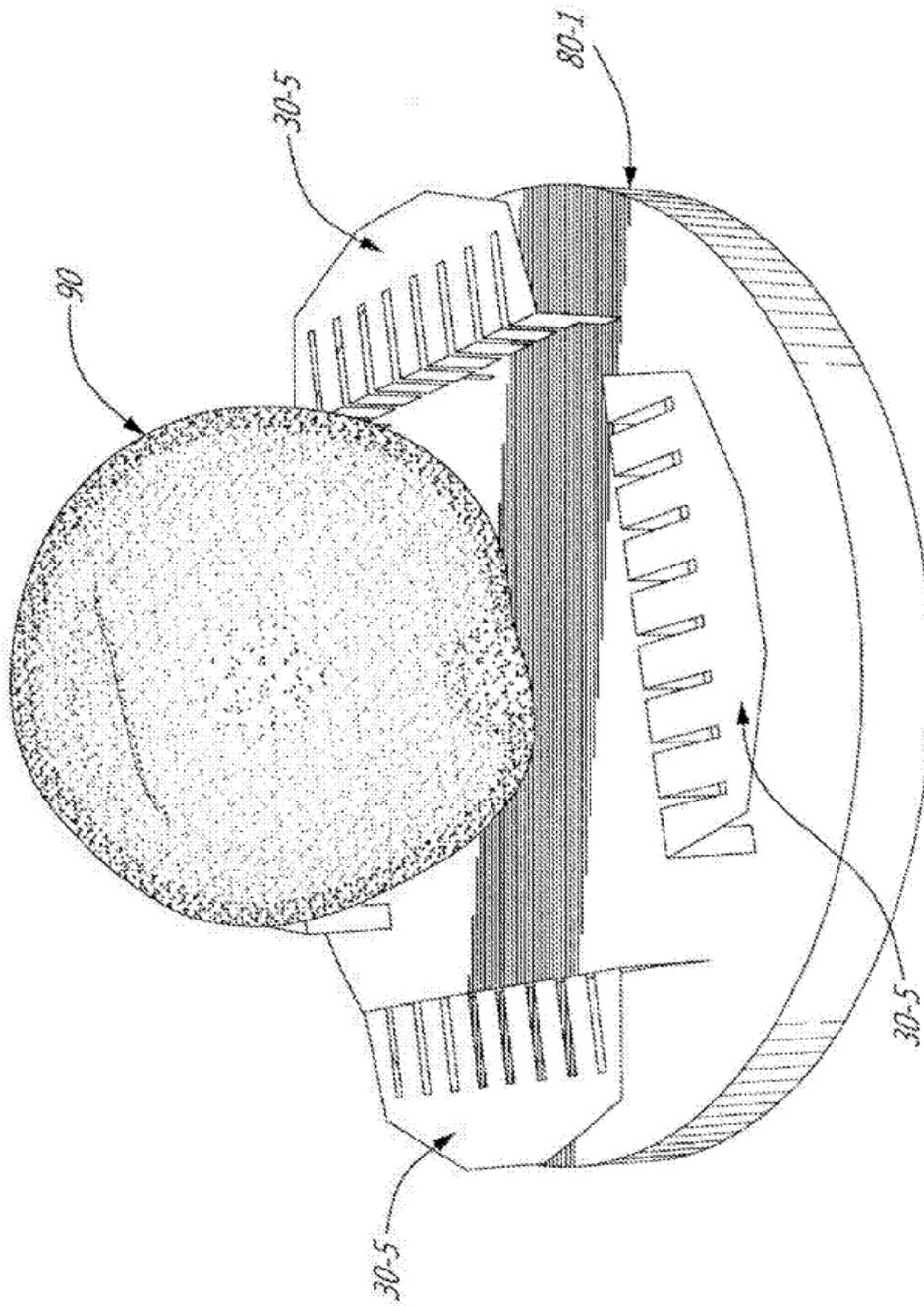
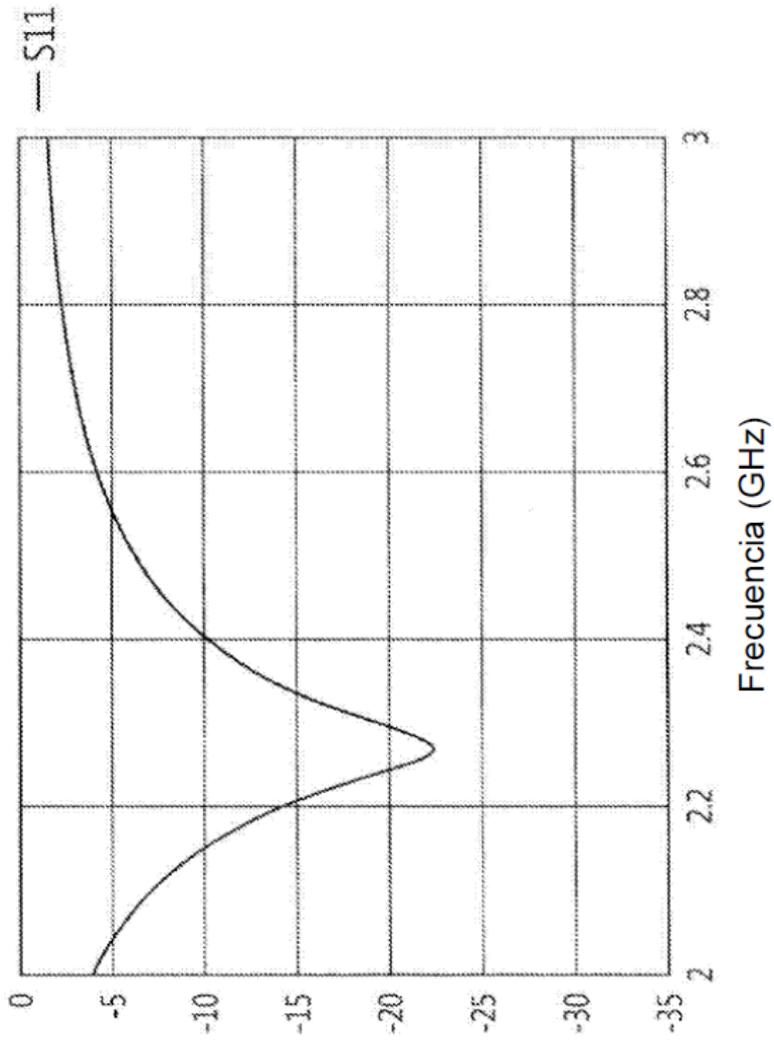


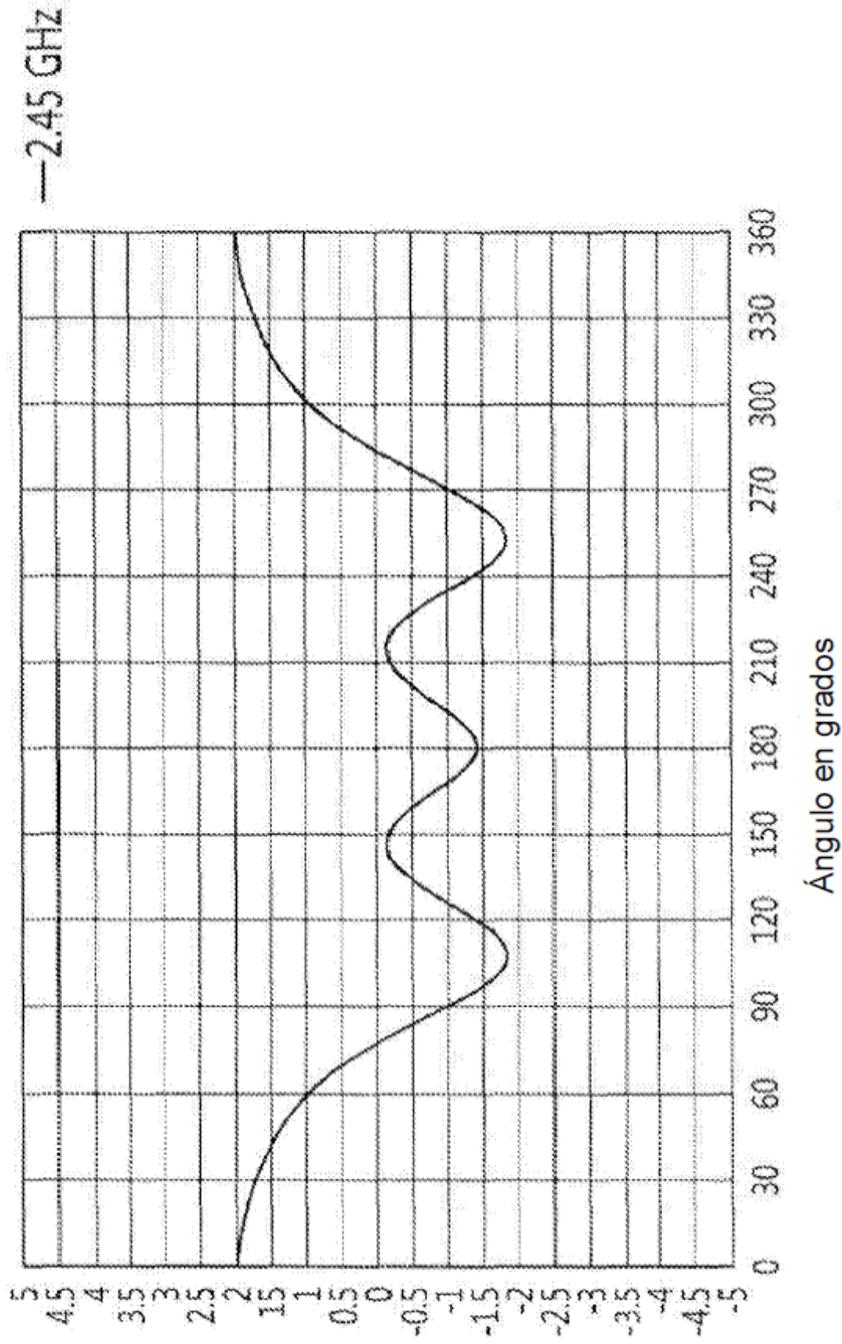
FIG. 12

Pérdida de retorno no optimizada:
Parámetros S



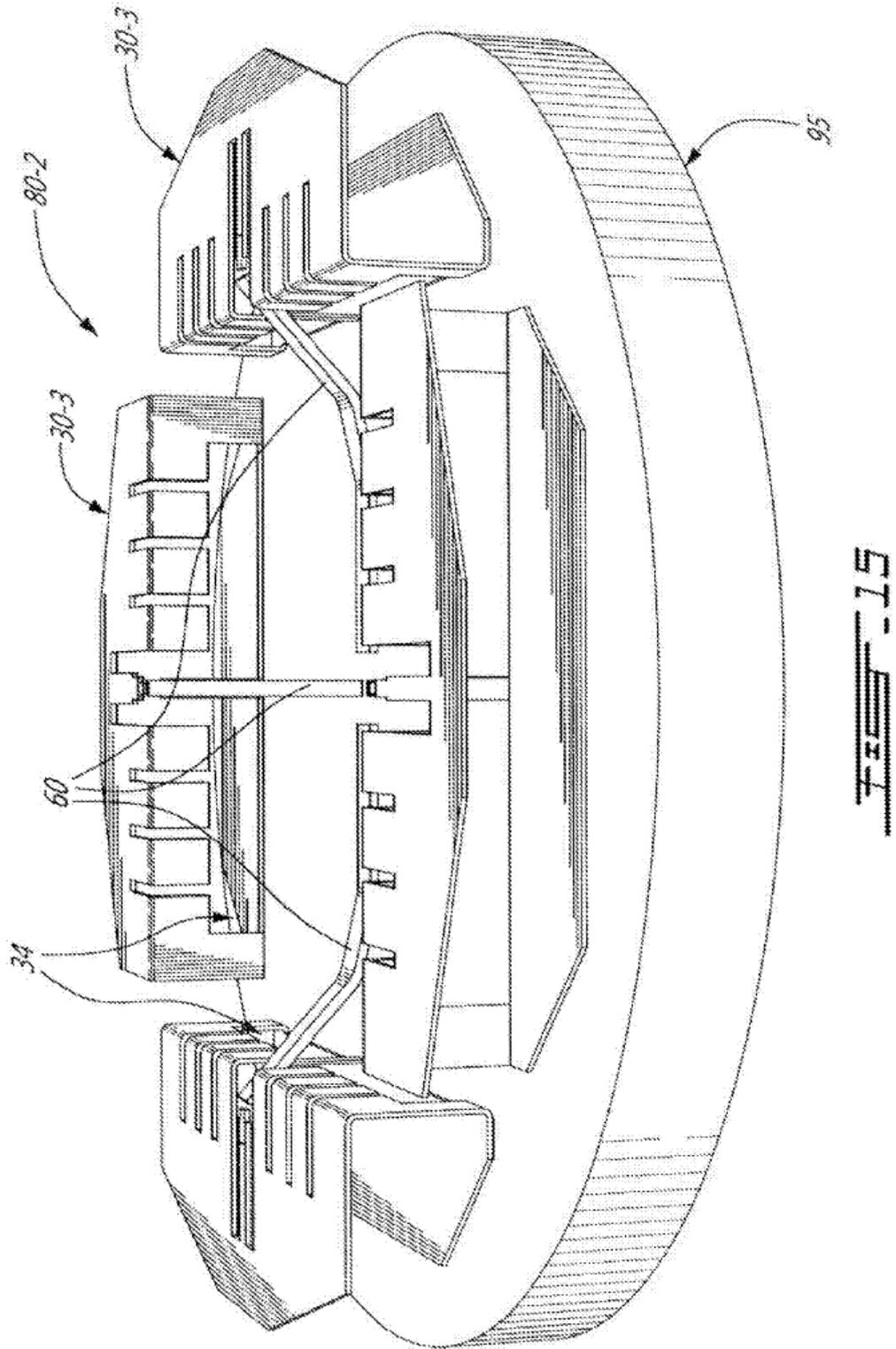
FEI

Patrón de campo lejano acimutal:
Campo lejano E



Nota:
+ eje x - 0 grados

FEF-14



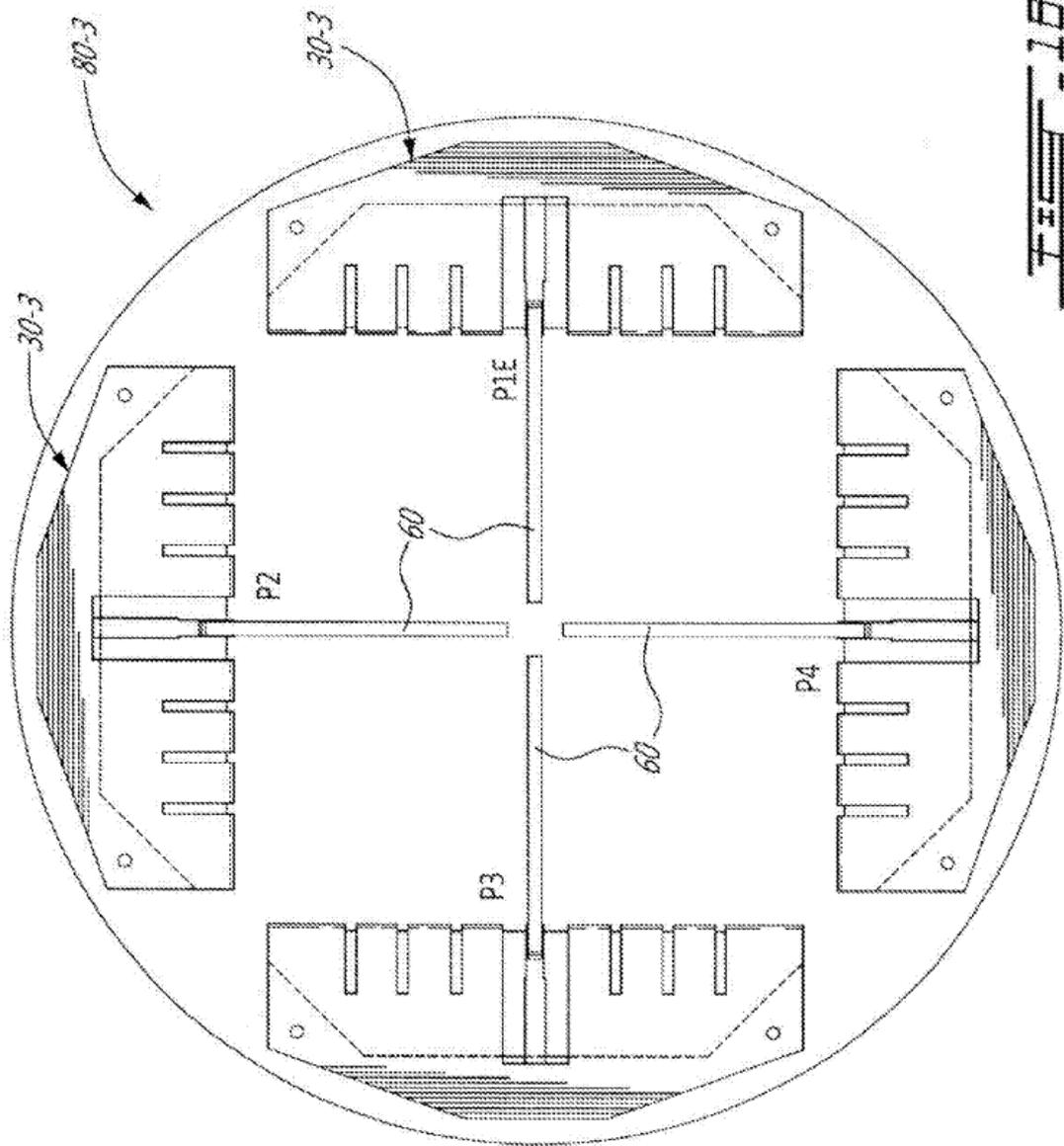
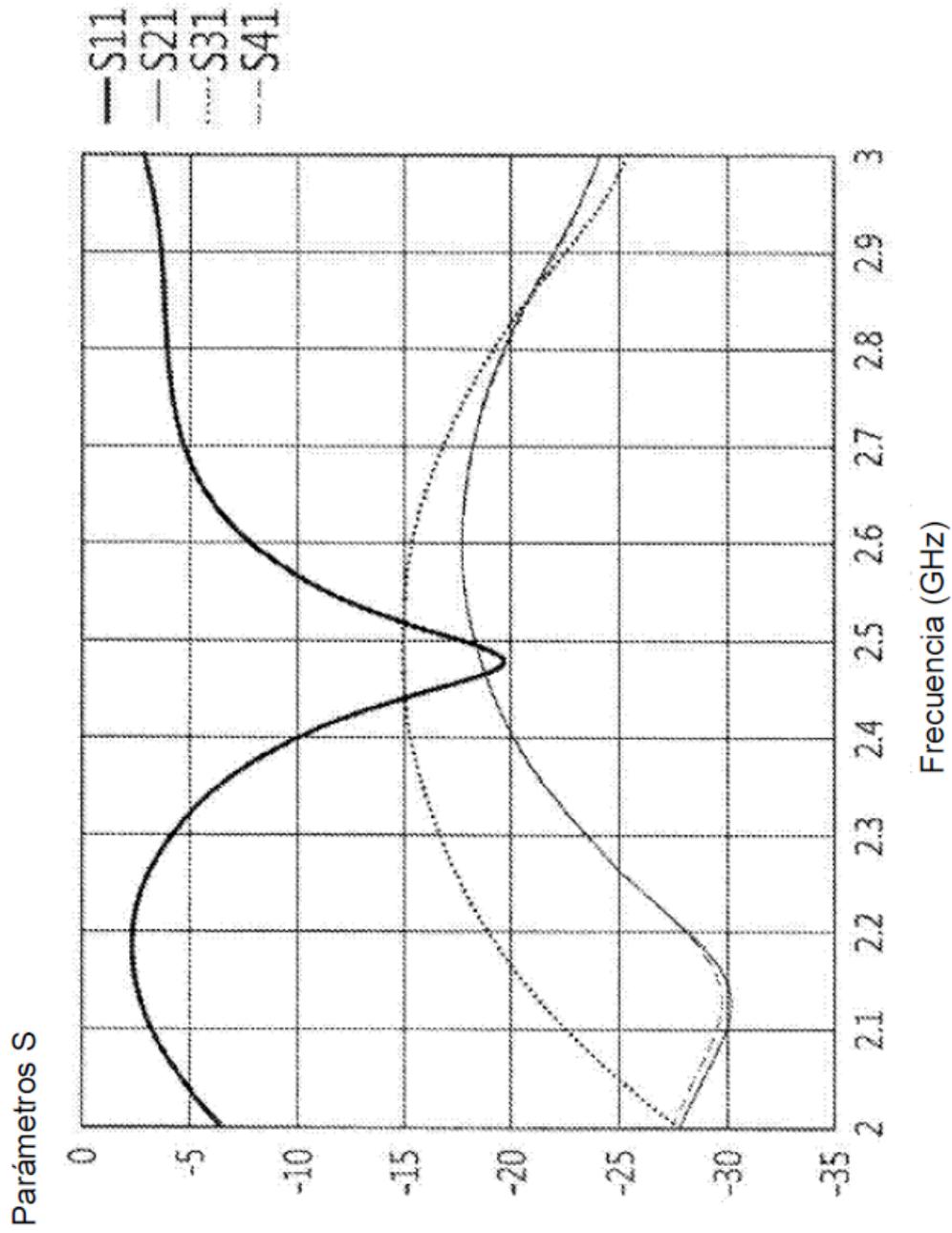
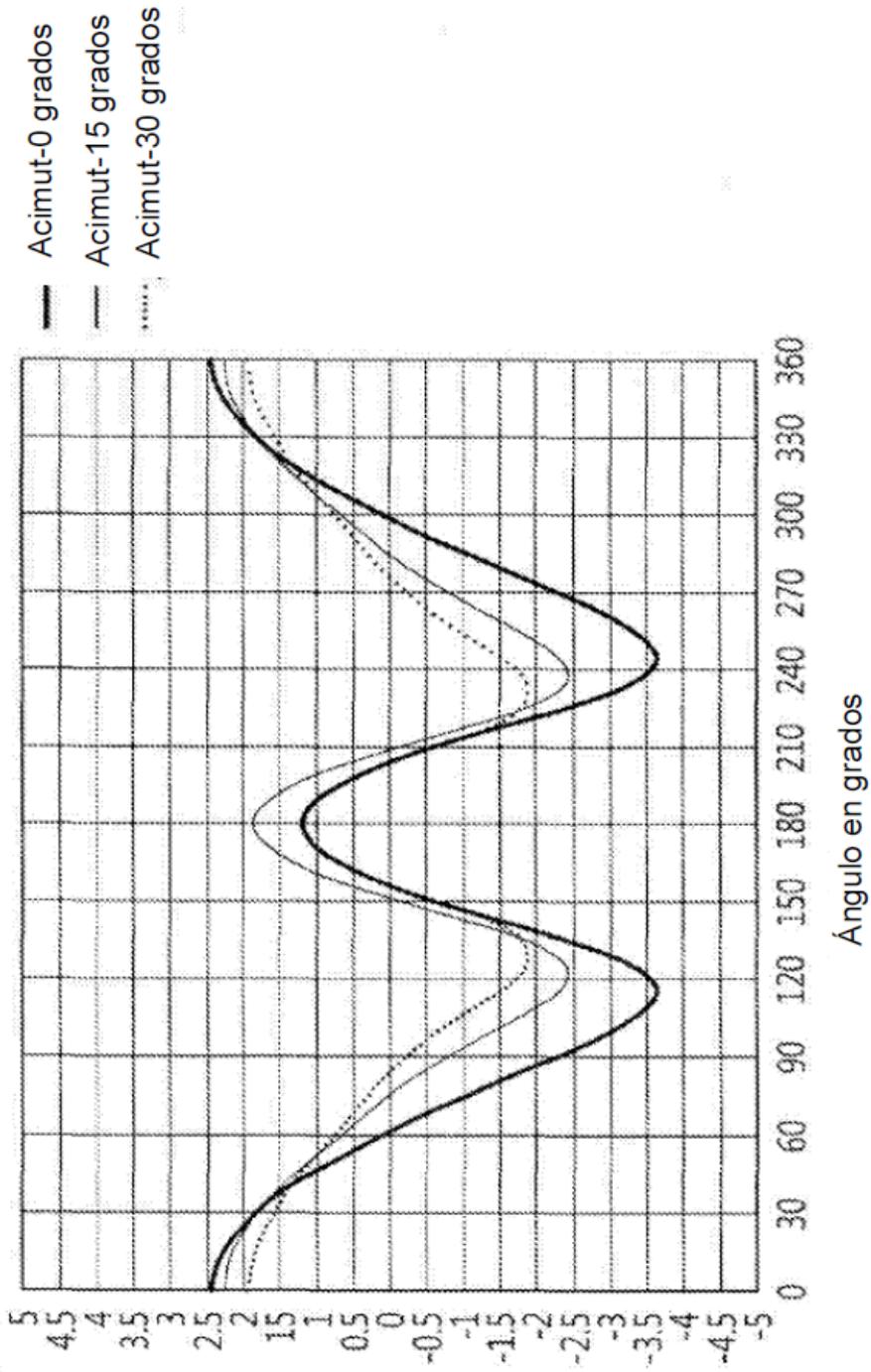


FIG. 1B



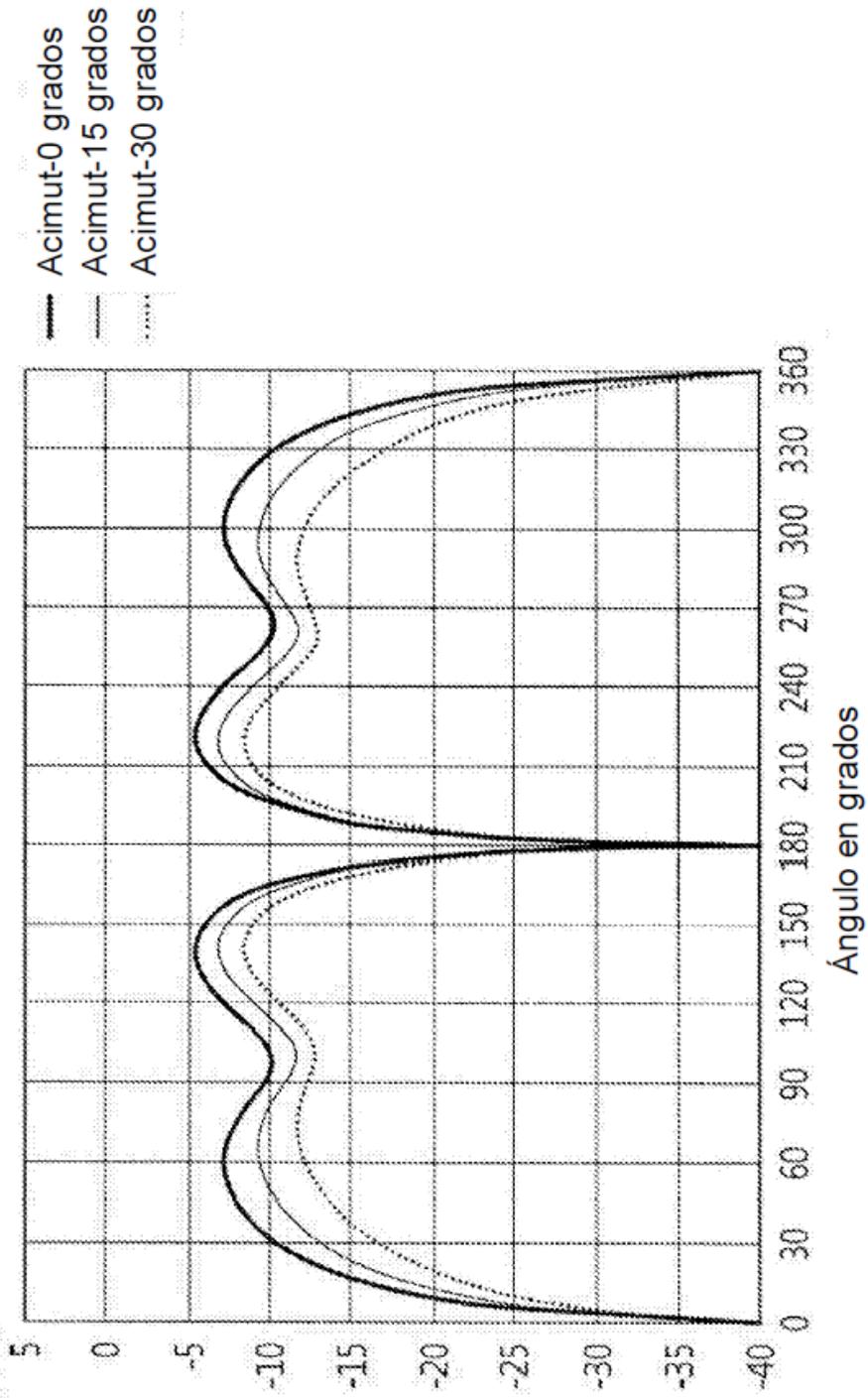
FEES - 17

Resultados de campo lejano de 2,45 Ghz de puerto PIE (Co-Pol-Acimut):
Campo lejano E



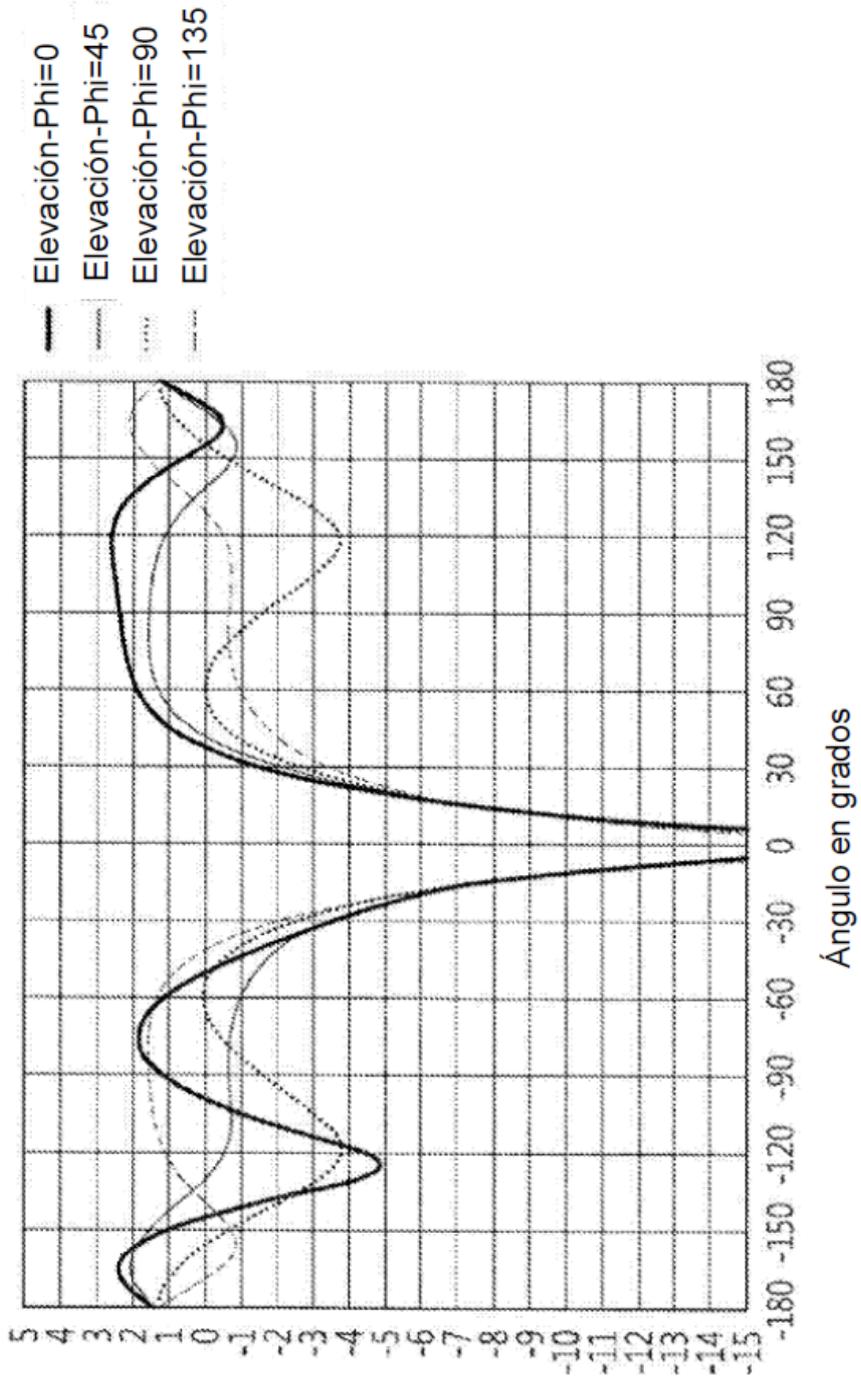
FEELBA

Resultados de campo lejano de 2,45 Ghz de puerto PIE (Cruz-Pol-Acimut):
Campo lejano E



FE-100

Resultados de campo lejano de 2,45 Ghz de puerto PIE (EA BS-Elevación):
 Campo lejano E



FEI