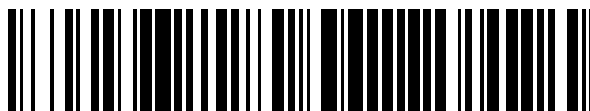


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 937**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/40 (2006.01)

H01Q 1/22 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2009 PCT/US2009/006061**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2010 WO10059186**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2009 E 09827850 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 2359438**

54 Título: **Antena sectorial de doble haz y conjunto**

30 Prioridad:

20.11.2008 US 199840 P

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

12.03.2020

73 Titular/es:

**COMMScope TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
1100 CommScope Place SE
Hickory, NC 28602, US**

72 Inventor/es:

**ZIMMERMAN, MARTIN;
HUA, YANPING;
CAO, HUY y
TIMOFEEV, IGOR**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 747 937 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 sectorial de doble haz y conjunto

Campo de la invención

5 La presente invención está relacionada, en general, con las comunicaciones de radio, y, más concretamente, con las antenas de haz múltiple utilizadas en sistemas de comunicación celular.

Antecedentes de la invención

10 Los sistemas de comunicación celular derivan su nombre del hecho de que las áreas de cobertura de comunicación son asignadas (mapped, en inglés) en células. Cada célula de este tipo está provista de una o más antenas configuradas para proporcionar comunicación bidireccional de radio / RF con abonados móviles ubicados geográficamente dentro de esa célula dada. Una o más antenas pueden proporcionar servicio a la célula, en la que, normalmente, se utilizan múltiples antenas, y cada una está configurada para proporcionar servicio a un sector de la célula. Habitualmente, esta pluralidad de antenas sectoriales está configurada en una torre, estando generados el haz o los haces de radiación por cada antena dirigida hacia el exterior, para proporcionar servicio a la célula respectiva.

15 En una configuración celular común de 3 sectores, cada antena sectorial habitualmente tiene un ancho de haz de acimut (AzBW – BeamWidth Azimut, en inglés) de 65° y 3 dB. En otra configuración, también se pueden emplear células de 6 sectores para aumentar la capacidad del sistema. En una configuración de célula de 6 sectores de este tipo, cada antena sectorial puede tener un AzBW de 33° o 45°, puesto que son los más comunes para aplicaciones de 6 sectores. No obstante, la utilización de 6 de estas antenas en una torre, en la que cada antena es habitualmente dos veces más ancha que la antena común de AzBW de 65° utilizada en sistemas de 3 sectores, no es compacta, y es más costosa.

20 Las antenas de doble haz (o antenas de haz múltiple) se pueden utilizar para reducir el número de antenas en la torre. La clave de las antenas de haz múltiple es una red de formación de haces (BFN – BeamForming Network, en inglés). En la figura 1A y la figura 1B se muestra un esquema de una antena de doble haz de la técnica anterior. La antena 11 emplea una BFN de 2x2 10 que tiene un acoplador híbrido de 3dB y 90° que se muestra en 12 y forma ambos haces A y B en el plano acimutal en los puertos de señal 14. (BFN de 2x2 significa una BFN que crea 2 haces utilizando 2 columnas). Los dos puertos de acoplamiento 16 del radiador están conectados a elementos de antena también denominados radiadores, y los dos puertos 14 están acoplados a la red de desplazamiento de fase, que proporciona una inclinación del haz de elevación (véase la figura 1B). El principal inconveniente de esta antena de la técnica anterior, tal como se muestra en la figura 1C, es que más del 50 % de la potencia radiada se desperdicia y se dirige fuera del sector de 60° deseado para una aplicación de 6 sectores, y los haces de acimut son demasiado anchos (150° a -10 dB), creando interferencia con otros sectores, tal como se muestra en la figura 1D. Además, la baja ganancia y el gran lóbulo posterior (aproximadamente -11 dB) no son aceptables para los sistemas de módem, debido a la alta interferencia generada por una antena en las células que no son objetivo. Otro inconveniente es que se utiliza polarización vertical y ninguna diversidad de polarización.

35 En otras soluciones de la técnica anterior de doble haz, tal como se muestra en la solicitud de patente de EE.UU. U.S. 2009/0096702 A1, se muestra un conjunto de 3 columnas, pero ese conjunto también genera lóbulos laterales muy altos, de aproximadamente -9 dB.

40 Por lo tanto, existe la necesidad de una antena mejorada de doble haz con supresión mejorada del lóbulo lateral acimutal en una amplia banda de frecuencias, que tenga una ganancia mejorada y que genere menos interferencia con otros sectores y una mejor cobertura del sector deseado.

Compendio de la invención

45 La presente invención consigue ventajas técnicas mediante la integración de diferentes módulos de antena de doble haz en un conjunto de antenas. La clave de estos módulos (subconjuntos) es una red (BFN) mejorada de formación de haces. Los módulos se pueden utilizar, ventajosamente, como parte de un conjunto, o como una antena independiente. Una combinación de BFN de 2x2, 2x3 y 2x4 en un conjunto completo permite optimizar la distribución de amplitud y fase para ambos haces. De esta manera, mediante la integración de diferentes tipos de módulos para formar un conjunto completo, la presente invención proporciona una antena mejorada de doble haz con supresión mejorada del lóbulo lateral acimutal en una amplia banda de frecuencias de funcionamiento, con una cobertura mejorada de un sector celular deseado y creándose menos interferencia con otras células. Ventajosamente, se consigue una mejor eficiencia de la célula, con hasta el 95 % de la potencia radiada dirigida en un sector deseado. La forma de los haces de antena es optimizada y ajustable, junto con lóbulos laterales / lóbulos posteriores muy bajos.

55 En un aspecto de la presente invención, se consigue una antena mediante la utilización de una BFN de MxN, tal como una BFN de 2X3, para un conjunto de 3 columnas y una BFN de 2X4, para un conjunto de 4 columnas, donde $M \neq N$.

En otro aspecto de la invención, se pueden crear módulos de radiador de 2 columnas, 3 columnas y 4 columnas, tales como los módulos de 2X2, 2X3 y 2X4. Cada módulo puede tener uno o más radiadores de doble polarización en una columna dada. Estos módulos se pueden utilizar como parte de un conjunto o como una antena independiente.

- 5 No de acuerdo con la invención, se utiliza una combinación de módulos de radiador de 2X2 y 2X3 para crear una antena de doble haz con un AzBW de, aproximadamente, 35° a 55°, y con lóbulos laterales / lóbulos posteriores bajos para ambos haces.

- 10 En otro aspecto de la invención, se integran una combinación de módulos de radiador de 2X3 y 2X4 para crear una antena de doble haz con un AzBW, de aproximadamente, 25° a 45°, con lóbulos laterales / lóbulos posteriores bajos para ambos haces.

En otro aspecto de la invención, se utiliza una combinación de módulos de radiador de 2X2, 2X3 y 2X4 para crear una antena de doble haz con un AzBW, de aproximadamente, 25° a 45°, con lóbulos laterales / lóbulos posteriores muy bajos para ambos haces en el acimut y el plano de elevación.

- 15 No de acuerdo con la invención, se puede utilizar una combinación de módulos de radiador de 2X2 y 2X4 para crear una antena de doble haz.

Todas las configuraciones de antena pueden funcionar en modo de recepción o transmisión.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1A, 1B, 1C y 1D muestran una antena convencional de doble haz, no de acuerdo con la invención, con una BFN convencional de 2X2;

- 20 la figura 2A muestra una BFN de 2X3, para su utilización como parte de la presente invención, que forma 2 haces con 3 columnas de radiadores;

la figura 2B es un diagrama esquemático de una BFN de 2X4, para su utilización como parte de la invención, que forma 2 haces con 4 columnas de radiadores, incluyendo la distribución de fase y amplitud asociada para ambos haces;

- 25 la figura 2C es un diagrama esquemático de una BFN de 2X4, para su utilización como parte de la invención, que forma 2 haces con 4 columnas de radiadores, y además está provista de cambiadores de fase que permiten un AzBW ligeramente diferente entre los haces, y configurada para su utilización en la optimización de sectores celulares;

- 30 la figura 3 ilustra cómo pueden ser combinadas las BFN de la figura 1A, ventajosamente, en un módulo de antena de 2 columnas de doble polarización, no de acuerdo con la invención;

la figura 4 muestra cómo puede ser combinada la BFN de la figura 2A en un módulo de antena de 3 columnas de doble polarización, para su utilización como parte de la invención;

la figura 5 muestra cómo pueden ser combinadas las BFN de la figura 2B o la figura 2C en un módulo de antena de 4 columnas de doble polarización, para su utilización como parte de la invención;

- 35 la figura 6 muestra una configuración preferida de antena, que no está de acuerdo con la invención, que emplea el enfoque modular para 2 haces, cada uno con un AzBW de 45°, así como la distribución de amplitud y fase para los haces, tal como se muestra cerca de los radiadores;

la figura 7A y la figura 7B muestran el patrón de haz sintetizado en los planos de acimut y elevación utilizando la configuración de antena mostrada en la figura 6;

- 40 las figuras 8A y 8B representan una configuración práctica de antena de doble haz cuando se utilizan módulos de 2x3 y 2x4; y

las figuras 9 a 10 muestran los patrones de radiación medidos con lóbulos laterales bajos para la configuración mostrada en la figura 8A y la figura 8B.

Descripción detallada de la realización preferida

- 45 Haciendo referencia, a continuación, a la figura 2A, se muestra una realización, para su utilización como parte de la invención, que comprende una BFN de 2X3 20, bidireccional, configurada para formar 2 haces con 3 columnas de radiadores, en la que los dos haces están formados en los puertos de señal 24. Se proporciona un acoplador 22 híbrido de 90°, y puede o no ser un acoplador de 3 dB. Ventajosamente, mediante la variación del coeficiente de división del acoplador 22 híbrido de 90°, se pueden obtener diferentes distribuciones de amplitud de los haces para los puertos de acoplamiento 26 del radiador: de inclinación uniforme (1 -1 -1) a alta (0,4 -1 -0,4). Con división
- 50

uniforme (acoplador de 3dB) se proporcionan amplitudes de 0,7 -1 -0,7. Por lo tanto, la BFN de 2x3 20 ofrece un grado de flexibilidad de diseño, lo que permite la creación de diferentes formas de haz y niveles del lóbulo lateral. El acoplador 22 híbrido de 90° puede ser un acoplador de línea de derivación, un acoplador de Lange o un acoplador de línea acoplada. La solución de banda ancha para un divisor 28 uniforme de 180° puede ser un divisor de Wilkinson, con un cambiador de fase de Shiffman de 180°. No obstante, se pueden utilizar otros divisores, si se desea, tales como un acoplador de carrera de ratas (rat race, en inglés) de 180° o híbridos de 90° con desplazamiento de fase adicional. En la figura 2A, la distribución de la amplitud y la fase en los puertos de acoplamiento 26 del radiador para ambos haces 1 y 2 se muestra a la derecha. Cada uno de los 3 puertos de acoplamiento 26 del radiador puede ser conectado a un radiador o a una columna de radiadores, tal como dipolos, ranuras, parches, etc. Los radiadores en columna pueden ser una línea vertical o ligeramente desplazada (columna escalonada).

La figura 2B es un diagrama esquemático de una BFN de 2X4 30, bidireccional, para utilizar como parte de la presente invención, que está configurada para formar 2 haces con 4 columnas de radiadores y utilizar un conjunto de Butler 38 estándar como uno de los componentes. El divisor 34 uniforme de 180° es el mismo que el divisor 28 descrito anteriormente. La fase y las amplitudes de ambos haces 1 y 2 se muestran en la parte derecha de la figura. Cada uno de los 4 puertos de acoplamiento 40 del radiador puede ser conectado a un radiador o a una columna de radiadores, tales como dipolos, ranuras, parches, etc. Los radiadores en la columna pueden permanecer en una línea vertical o estar ligeramente desplazados (columna escalonada).

La figura 2C es un diagrama esquemático de otra realización para su utilización como parte de la invención, que comprende una BFN de 2X4 50, bidireccional, que está configurada para formar 2 haces con 4 columnas de radiadores. La BFN 50 es una versión modificada de la BFN de 2X4 30 que se muestra en la figura 2B, e incluye dos cambiadores de fase 56 que alimentan a un conjunto de Butler de 4X4 58 estándar. Mediante el desplazamiento de fase de los cambiadores de fase 56, se puede seleccionar un AzBW ligeramente diferente entre haces (junto con la posición del haz ajustable) para la optimización sectorial de la célula. Se pueden utilizar uno o ambos cambiadores de fase 56 según se desee.

Las BFN 20, 30, 50 mejoradas se pueden utilizar por separado (BFN 20 para una antena de 2 haces y 3 columnas y BFN 30, 50 para antenas de 2 haces y 4 columnas). Pero la forma más beneficiosa de emplearlos es el enfoque modular, es decir, combinaciones de los módulos de BFN con diferentes números de columnas / diferentes BFN en el mismo conjunto de antenas, tal como se describirá a continuación.

La figura 3 muestra un módulo de antena de 2 columnas de doble polarización, no de acuerdo con la invención, estando mostradas, en general, las BFN de 2X2 en 70. La BFN de 2x2 10 es la misma que se muestra en la figura 1A. Este módulo de antena de 2X2 70 incluye una primera BFN de 2X2 10 que forma haces con polarización a -45°, y una segunda BFN de 2X2 10 que forma haces con polarización a +45°, tal como se muestra. Cada columna de radiadores 76 tiene, al menos, un radiador de doble polarización, por ejemplo, un dipolo cruzado.

La figura 4 muestra un módulo de antena de 3 columnas de doble polarización, para su utilización como parte de la invención, estando mostradas en general, las BFN de 2X3 en 80. La BFN de 2x3 20 es la misma que se muestra en la figura 2A. Este módulo de antena de 2X3 80 incluye una primera BFN de 2X3 20 que forma haces con polarización a -45°, y una segunda BFN de 2X3 20 que forma haces con polarización a +45°, tal como se muestra. Cada columna de radiadores 76 tiene, al menos, un radiador de doble polarización, por ejemplo, un dipolo cruzado.

La figura 5 muestra un módulo de antena de 4 columnas de doble polarización, para su utilización como parte de la invención, estando mostradas en general, las BFN de 2X4 en 90. La BFN de 2x4 50 es la misma que se muestra en la figura 2C. Este módulo de antena de 2X4 90 incluye una primera BFN de 2X4 50 que forma haces con polarización a -45°, y una segunda BFN de 2X4 50 que forma haces con polarización a +45°, tal como se muestra. Cada columna de radiadores 76 tiene, al menos, un radiador de doble polarización, por ejemplo, un dipolo cruzado.

A continuación, en las figuras 6 a 10, el nuevo método modular de formación de doble haz se ilustrará para antenas con 45 y 33 grados, como el más deseable para aplicaciones de 5 sectores y 6 sectores.

Haciendo referencia, a continuación, a la figura 6, en general, se muestra en 100 un conjunto de antenas de doble polarización, no de acuerdo con la invención, para dos haces cada uno con un AzBW de 45°. Las respectivas amplitudes y fases para uno de los haces se muestran cerca de los respectivos radiadores 76. Se ve que la configuración de antena 100 tiene 3 módulos de 2x3 80 y dos módulos 2x2 70. Los módulos están conectados con cuatro divisores 101, 102, 103, 104 verticales, que tiene 4 puertos que están relacionados con 2 haces con polarización a +45° y 2 haces con polarización a -45°, tal como se muestra en la figura 6. El espacio horizontal entre las columnas de radiadores 76 en el módulo 80 es X3, y el espacio horizontal entre los radiadores en el módulo 70 es X2. Preferiblemente, la dimensión X3 es menor que la dimensión X2, X3 < X2. No obstante, en algunas aplicaciones, la dimensión X3 puede ser igual a la dimensión X2, X3 = X2, o incluso X3 > X2, dependiendo del patrón de radiación deseado. Habitualmente, los espacios X2 y X3 son, aproximadamente, de media longitud de onda (X/2), y el ajuste de los espacios proporciona el ajuste del AzBW resultante. El coeficiente de división del acoplador 22 se seleccionó en 3,5 dB para obtener lóbulos laterales de Az bajo y un nivel de cruce de haz alto de 3,5 dB.

Haciendo referencia a la figura 7A, se muestra en 110 un patrón de acimut simulado para ambos haces provistos por la antena 100 mostrada en la figura 6, con $X3 = X2 = 0,46 \lambda$ y 2 dipolos cruzados en cada columna 76, separados por $0,8 \lambda$. Tal como se muestra, cada patrón de acimut tiene un lóbulo lateral asociado que está, al menos, -27 dB por debajo del haz principal asociado con un nivel de cruce de haz de -3,5 dB. Ventajosamente, la presente invención está configurada para proporcionar un diagrama de radiación con lóbulos laterales bajos en ambos planos. Tal como se muestra en la figura 7B, el bajo nivel de los lóbulos laterales superiores 121 se consigue también en el plano de elevación (< -17 dB, que excede el estándar de la industria de < -15 dB). Tal como se puede ver en la figura 6, la distribución de amplitud y los lóbulos laterales bajos en ambos planos se consiguen con una pequeña pérdida de disminución de la amplitud de 0,37 dB. Por lo tanto, mediante la selección de varios módulos de 2×2 y 2×3 y de la distancia $X2$ y $X3$ junto con el coeficiente de división del acoplador 22, se consigue un AzBW deseable junto con un nivel deseable de lóbulos laterales. Los divisores 101,102,103,104 verticales se pueden combinar con cambiadores de fase para inclinar el haz de elevación.

La figura 8A representa una configuración práctica de una antena de doble haz para un AzBW de 33° , cuando se ve desde el lado de radiación del conjunto de antenas, que tiene tres (3) módulos de radiador de 3 columnas 80 y dos (2) módulos de 4 columnas 90. Cada columna 76 tiene 2 dipolos cruzados. Cuatro puertos 95 están asociados con 2 haces con polarización a $+45$ grados y 2 haces con polarización a -45 grados.

La figura 8B muestra la antena 122 cuando la antena se ve desde la parte posterior, donde la BFN de 2×3 133 y la BFN de 2×4 134 se ubican junto con los cambiadores / divisores de fase 135 asociados. Los cambiadores / divisores de fase 135, controlados mecánicamente por las varillas 96, proporcionan una antena 130 con una inclinación hacia abajo seleccionable de manera independiente para ambos haces.

La figura 9 es un gráfico que representa los patrones de doble haz de acimut para el conjunto de antenas 122 mostrado en las figuras 8A, 8B, medidos a 1950 MHz y que tienen un AzBW de 33 grados.

Haciendo referencia a la figura 10, en 140 se muestran los patrones de acimut de doble haz para el conjunto 122 de antenas de las figuras 8A, 8B, medidos en la banda de frecuencias comprendida entre 1700 MHz y 2200 MHz. Tal como se puede ver en las figuras 9 y 10, el nivel bajo del lóbulo lateral (< 20 dB) se consigue en una banda de frecuencias muy amplia (25 %). El patrón de elevación también tiene lóbulos laterales bajos (< -18 dB).

Tal como se puede apreciar en las figuras 9 y 10, hasta aproximadamente el 95 % de la potencia radiada para cada haz principal, Haz 1 y Haz 2, se dirige al sector deseado, perdiéndose solo aproximadamente el 5 % de la energía radiada en los lóbulos laterales y las partes del haz principal fuera del sector, lo que reduce significativamente la interferencia cuando se utiliza en una célula inalámbrica sectorizada. Además, las dimensiones físicas globales de la antena 122 se reducen significativamente con respecto a las antenas convencionales de 6 sectores, lo que permite un diseño más compacto y permite que estas antenas sectoriales 122 se monten convenientemente en torres de antenas. Tres (3) de las antenas 122 (en lugar de seis antenas, en un diseño convencional) pueden ser configuradas convenientemente en una torre de antenas para proporcionar servicio a la célula completa, con muy poca interferencia entre las células, y con la mayoría de la potencia radiada dirigida hacia los sectores previstos de la célula.

Por ejemplo, las dimensiones físicas de la antena 122 de 2 haces en las figuras 8A, 8B son $1,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$, igual que las dimensiones de la antena convencional de un solo haz con un AzBW de 33 grados.

En otros diseños basados en el enfoque modular de la presente invención, se pueden conseguir otras antenas de doble haz con un AzBW diferente, tal como un AzBW de 25 grados, 35 grados, 45 grados o 55 grados, que puede ser necesario para diferentes aplicaciones. Por ejemplo, se pueden utilizar antenas de 55 grados y 45 grados para sistemas celulares de 4 sectores y 5 sectores. En cada una de estas configuraciones, mediante la combinación de los módulos de 2×2 , 2×3 y 2×4 , y el espacio asociado $X2$, $X3$ y $X4$ entre las columnas de radiadores (tal como se muestra en las figuras 6 y 8A), el AzBW deseado se puede conseguir con muy pocos lóbulos laterales y también una inclinación ajustable del haz. Además, el coeficiente de división del acoplador 22 proporciona otro grado de libertad para la optimización del patrón. En el resultado, la presente invención permite reducir los lóbulos laterales acimutales en 10 dB a 15 dB, en comparación con la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

1. Una antena de doble haz (122), que comprende:

al menos, un primer conjunto de antenas, que comprende M filas y tres columnas de elementos de antena formando un conjunto de Mx3;

5 al menos, un segundo conjunto de antenas, que comprende P filas y cuatro columnas de elementos de antena formando un conjunto de Px4;

al menos, una red de formación de haces (BFN) de 2x3 (133), que tiene una primera entrada configurada para formar un primer haz y una segunda entrada configurada para formar un segundo haz, y tres salidas conectadas a las tres columnas del conjunto de Mx3;

10 al menos, una BFN de 2x4 (134), que tiene una primera entrada configurada para formar un primer haz y una segunda entrada configurada para formar un segundo haz, y cuatro salidas conectadas a las cuatro columnas del conjunto de Px4;

15 un primer divisor (135), que conecta las primeras entradas de todas los BFN (133, 134) a un primer puerto de antena, y un segundo divisor (135) que conecta las segundas entradas de todas las BFN (133, 134) a un segundo puerto de antena;

estando dispuesto el, al menos un, segundo conjunto de antenas entre dos filas del, al menos un, primer conjunto de antenas.

2. La antena (122) según la reivindicación 1, en la que los elementos de antena son elementos radiantes dipolos.

20 3. La antena (122) según la reivindicación 1, en la que el primer haz tiene un primer acimut de 33 grados, el segundo haz tiene un segundo acimut de 33 grados, la antena (122) está configurada de tal manera que hasta aproximadamente el 95 % de la primera potencia del primer haz es irradiada en el primer acimut, y la antena (122) está configurada de tal manera que hasta aproximadamente el 95 % de la segunda potencia del segundo haz es irradiada en el segundo acimut.

25 4. La antena (122) según la reivindicación 1, en la que cada uno de los primer y segundo conjuntos de antenas tiene un ancho de haz de acimut de 3 dB de 33 grados, y, al menos el 95 % de la potencia de las primera y segunda señales es irradiada como los primer y segundo haces, respectivamente, en el acimut respectivo.

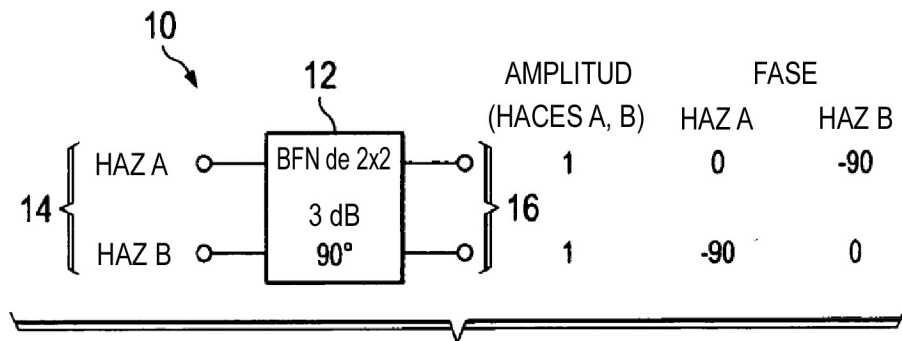


FIG. 1A
(TÉCNICA ANTERIOR)

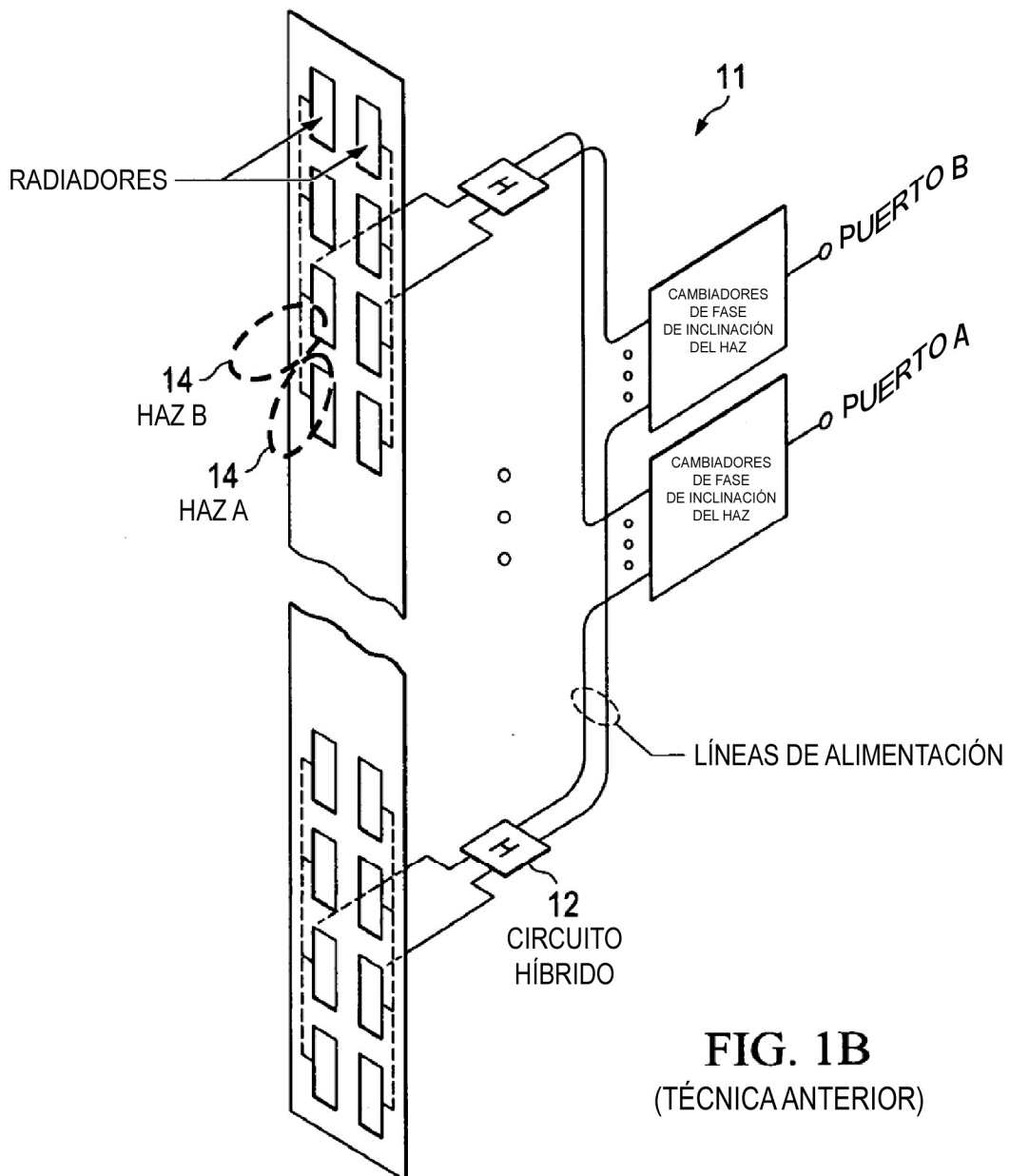


FIG. 1B
(TÉCNICA ANTERIOR)

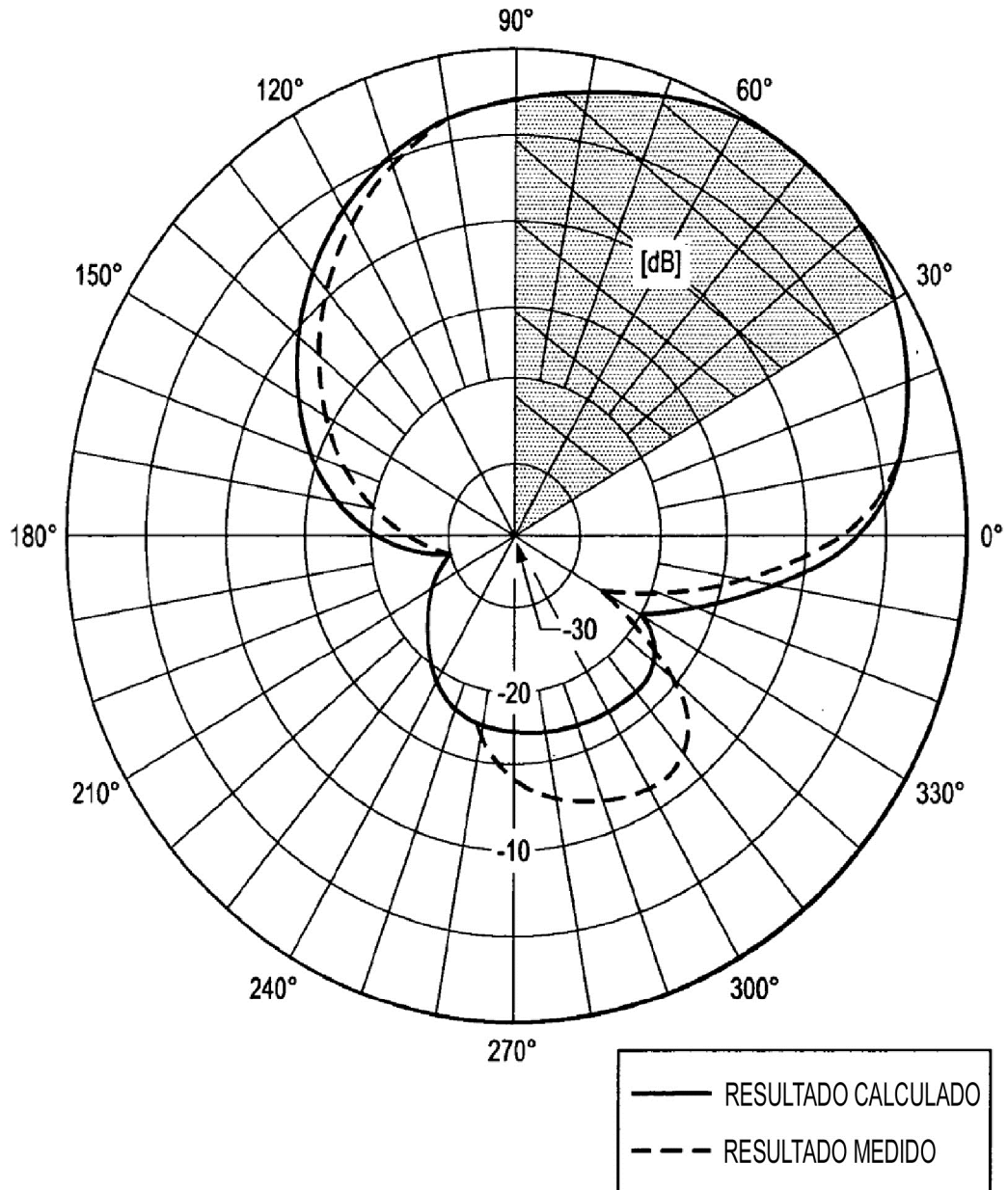


FIG. 1C
(TÉCNICA ANTERIOR)

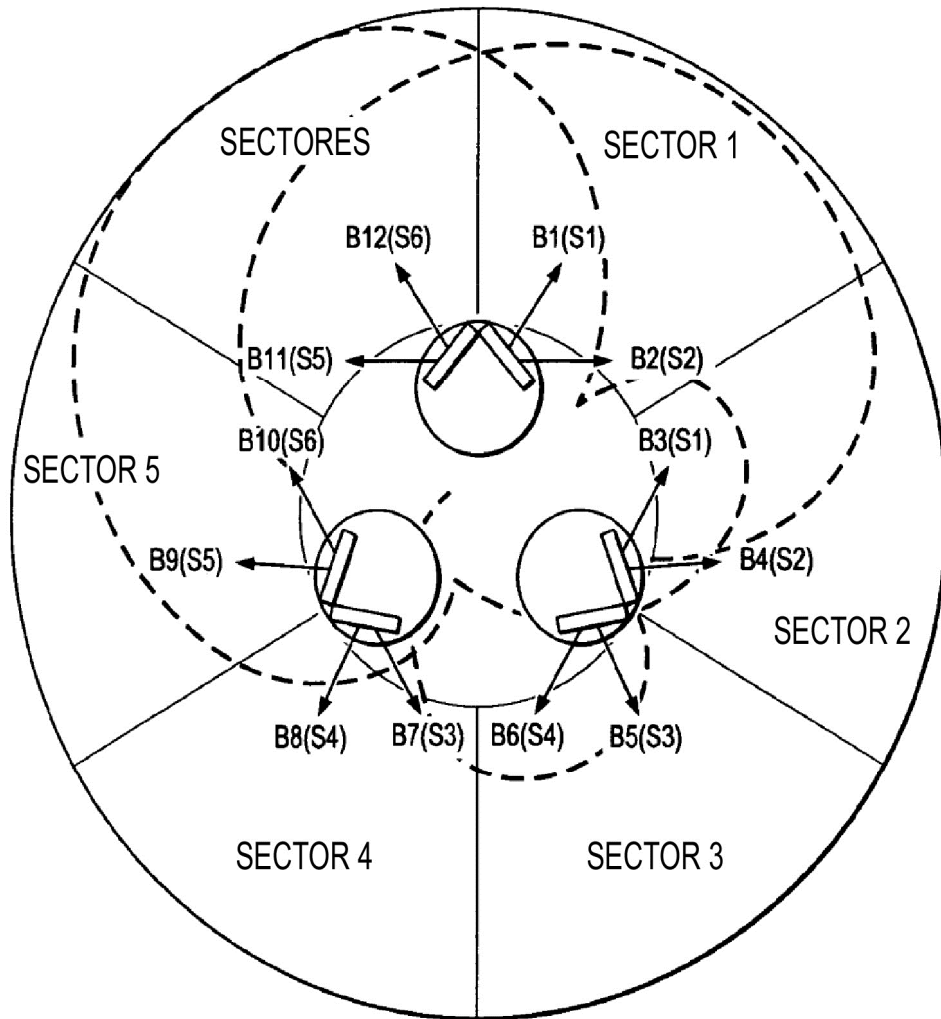


FIG. 1D
(TÉCNICA ANTERIOR)

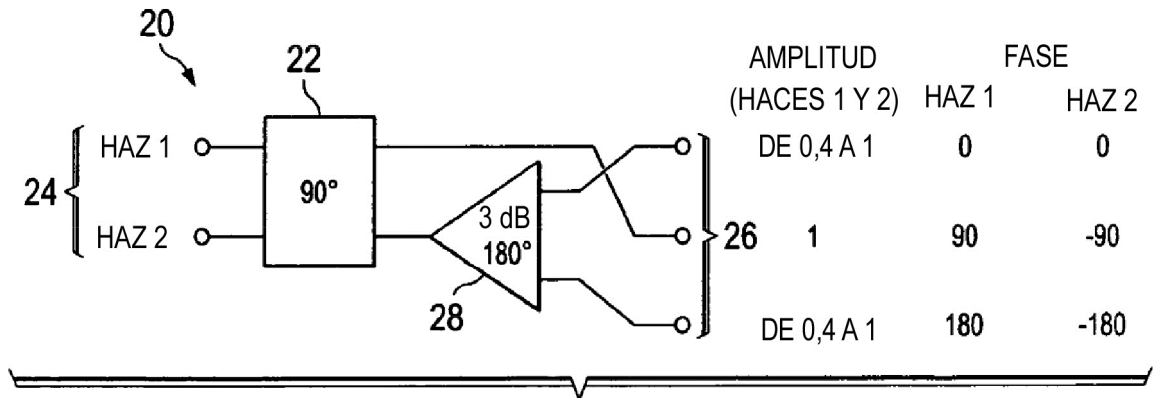


FIG. 2A

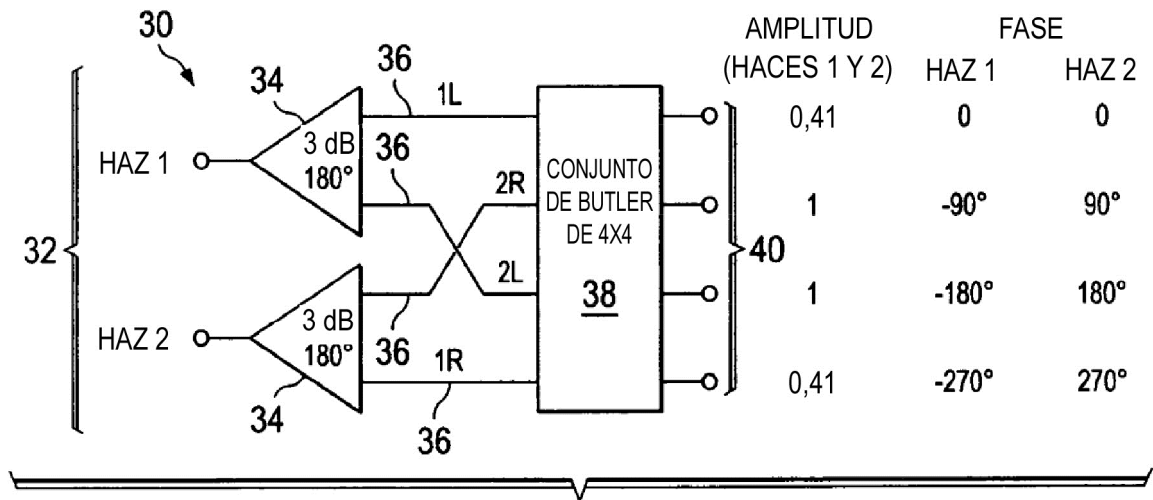


FIG. 2B

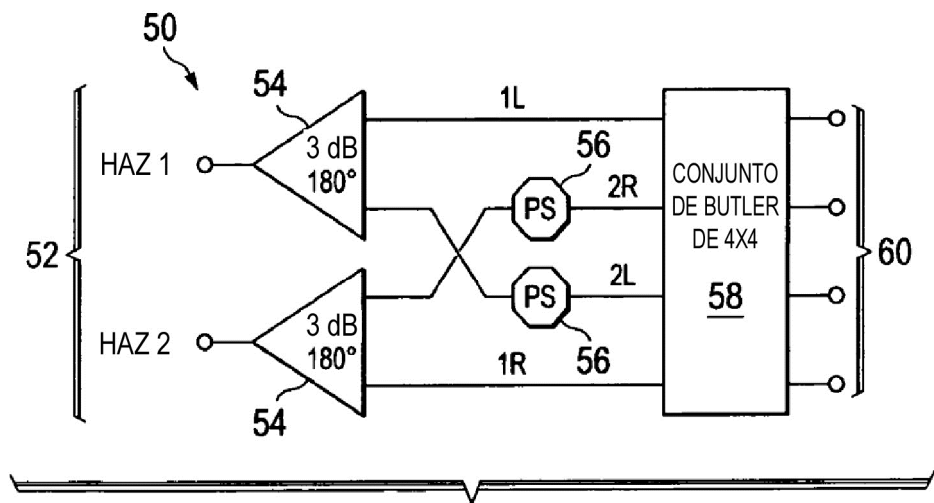


FIG. 2C

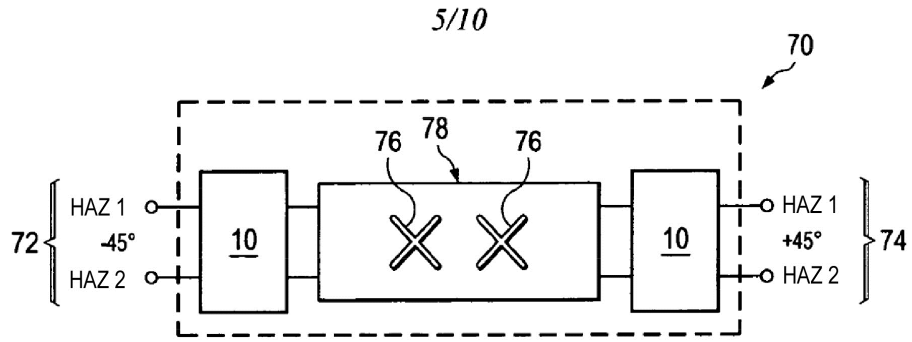


FIG. 3

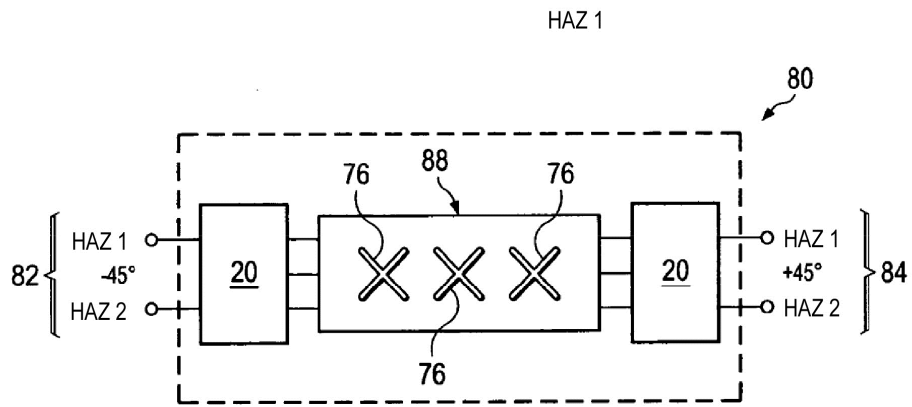


FIG. 4

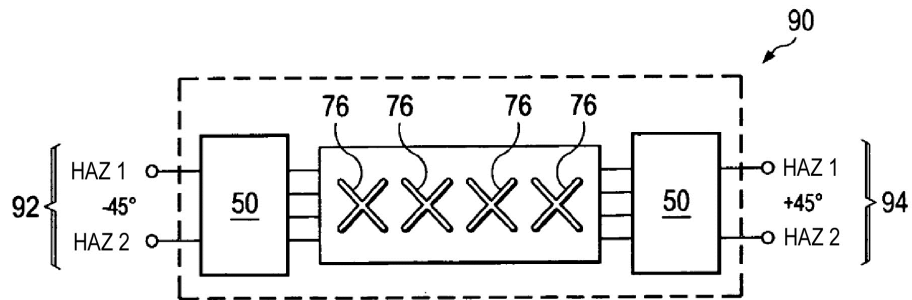


FIG. 5

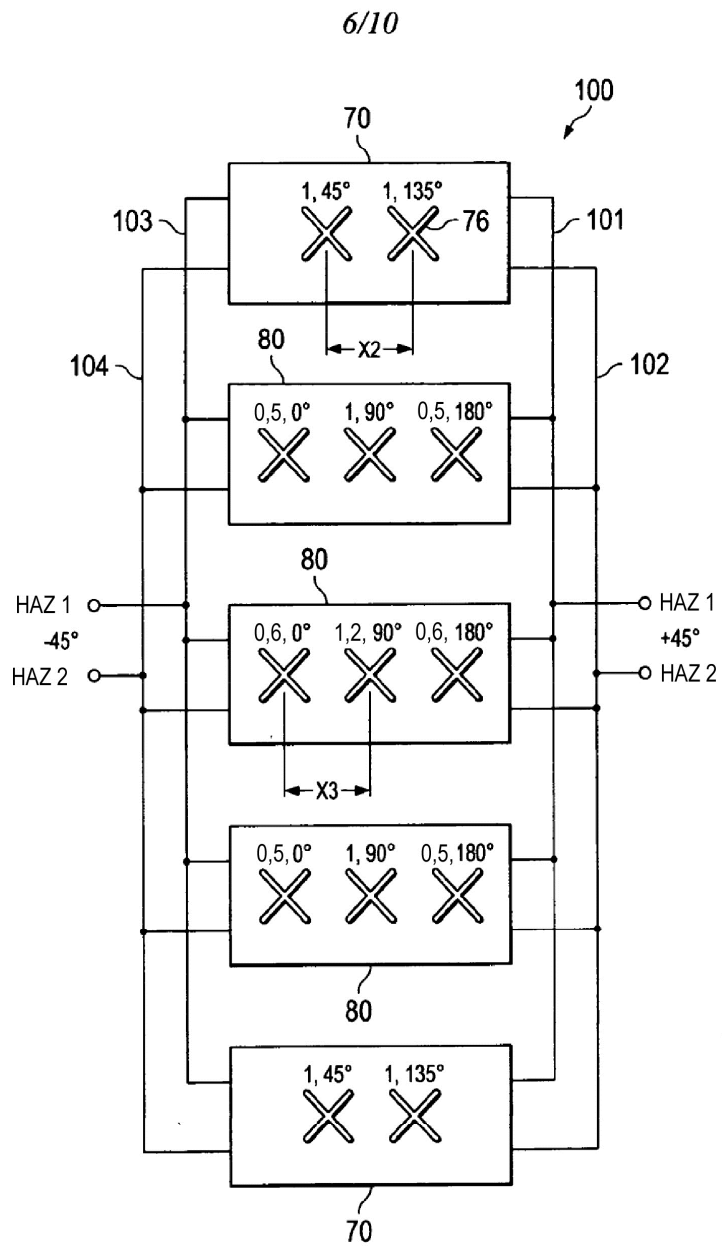
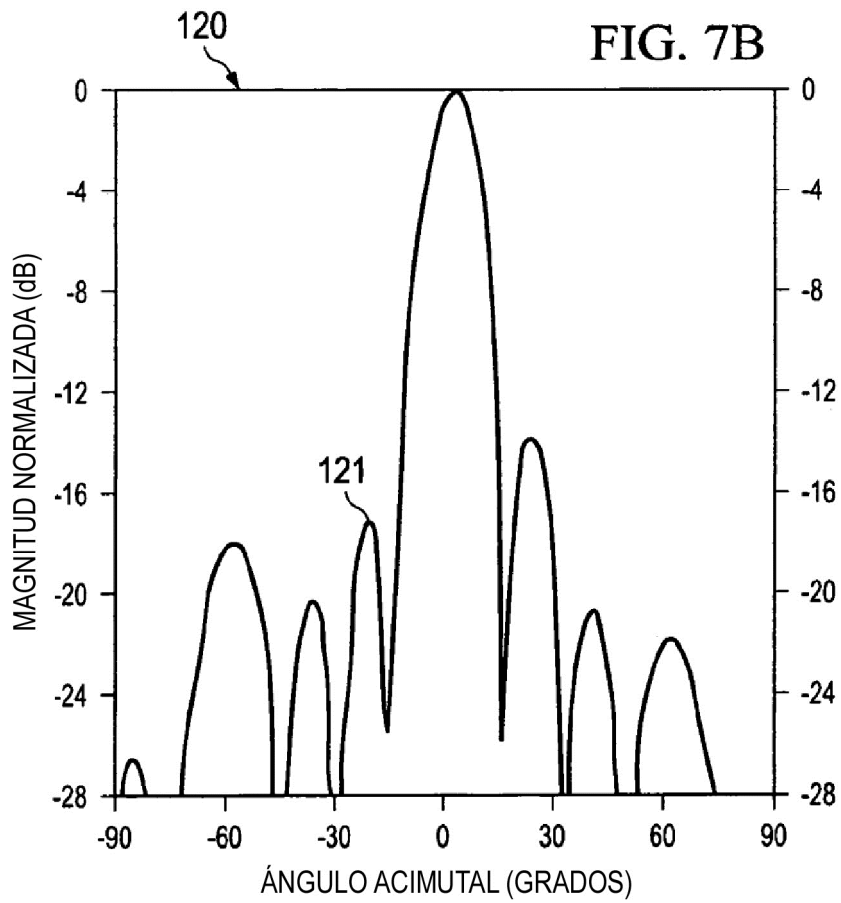
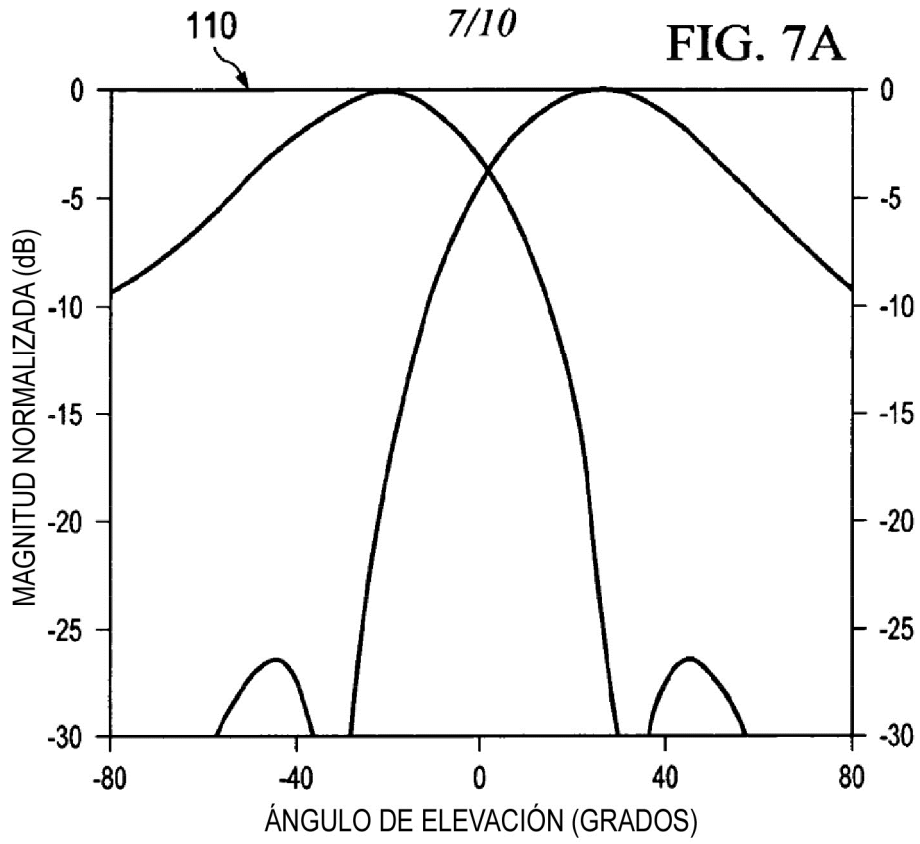


FIG. 6



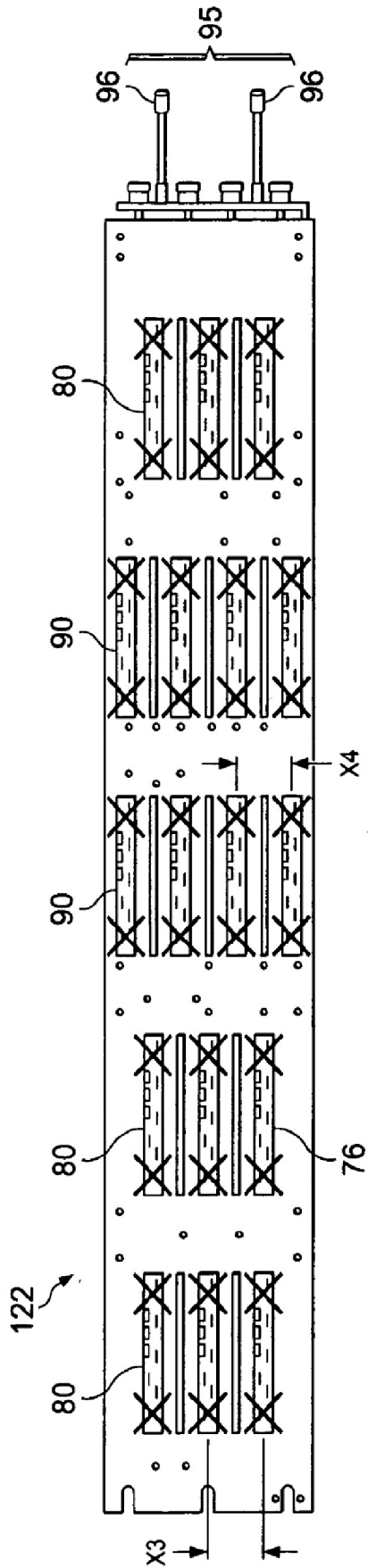


FIG. 8A

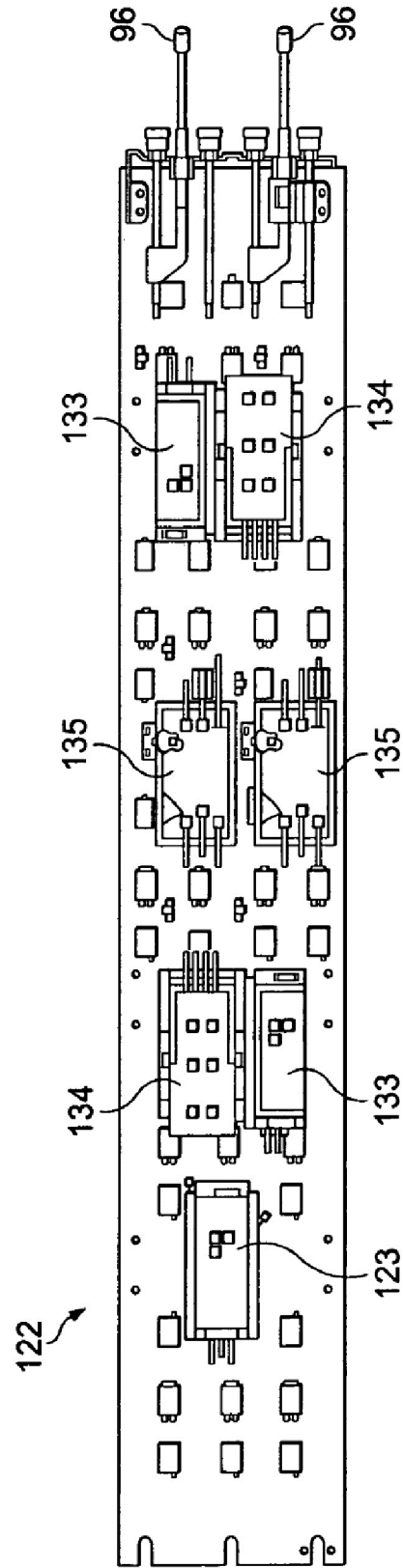


FIG. 8B

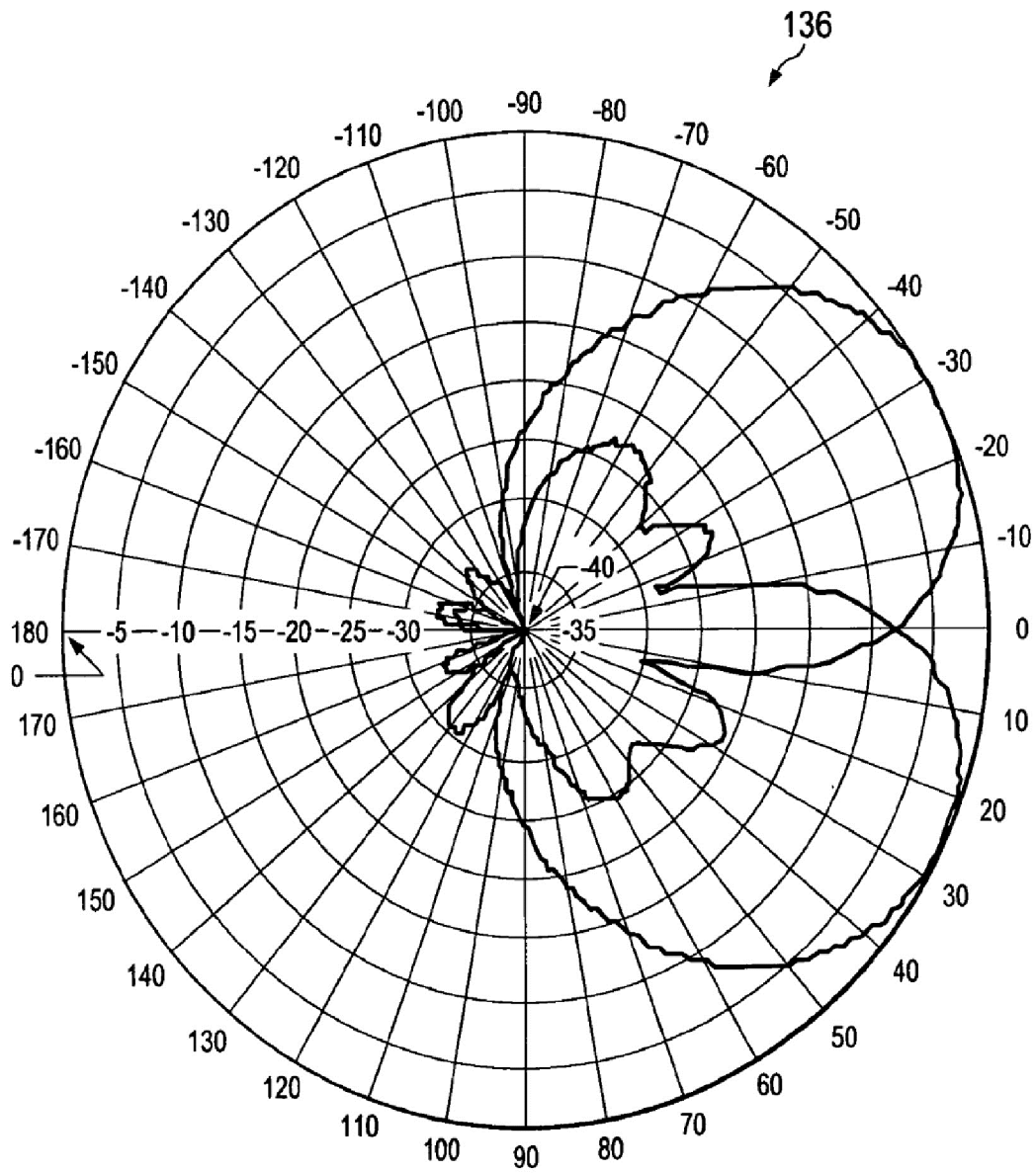


FIG. 9

