



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 807**

51 Int. Cl.:
H01Q 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01400990 .6**

96 Fecha de presentación : **18.04.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1152484**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2001**

54 Título: **Bocina multimodo de alto rendimiento.**

30 Prioridad: **20.04.2000 US 198618**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.04.2011

73 Titular/es: **MacDonald, Dettwiler And Associates Corporation**
21025, Trans-Canada Highway
Ste-Anne-de-Bellevue, QC H9X 3R2, CA

72 Inventor/es: **Amyotte, Eric;**
Gimersky, Martin;
Liang, Aiping;
Mok, Chuck y
Pokuls, Ralph

74 Agente: **Chanzá Jordán, Dionisio**

ES 2 357 807 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).

BOCINA MULTIMODO DE ALTO RENDIMIENTO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una bocina para su uso en transmisores de señal de RF o receptores, y más particularmente, a una bocina multimodo que tiene varios modos de orden superior generados a través de discontinuidades, tales como ondulaciones, perfiles suaves, rebajes y/o escalonamientos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los modernos sistemas de comunicaciones por satélite de banda ancha de alta capacidad dan lugar a una serie de desafiantes problemas de diseño de antena. Las antenas multihaz (MBAs por sus siglas inglesas en lo sucesivo) de alta ganancia son probablemente el mejor ejemplo de tales diseños de antena llenos de complejidad. Las MBAs suelen dar servicio a una zona compuesta por varias celdas de cobertura contiguas. El presente contexto parte de una configuración de antena de dicho tipo, en contraposición a una configuración de tipo *imaging* del reflector o a una matriz de radiación directa. También se parte de que cada haz es generado por un *único* elemento de alimentación y de que las dimensiones de la abertura se ven limitadas por la presencia de elementos de alimentación adyacente generando otros haces en elementos contiguos.

Impacto de la calidad de alimentación en el rendimiento de las MBAs

Es bien sabido que para alcanzar un rendimiento de antena o lente reflectora óptimo, la iluminación del reflector, incluyendo la relación borde/centro (*edge-taping*), tiene que ser controlada. La figura 1 ilustra la ganancia del borde de cobertura (BC en lo sucesivo) de una MBA típica como función de la conicidad de iluminación del reflector, asumiendo una iluminación del tipo \cos^q . El primer nivel del lóbulo lateral también se muestra, en el eje secundario. Dependiendo de los requisitos de los lóbulos laterales, la figura 1 muestra que una relación borde/centro en el reflector de 12 a 13 dB (decibelios) cercana al estado óptimo. Una relación de iluminación borde/centro ligeramente mayor producirá un mejor rendimiento de lóbulo lateral con una menor degradación de la ganancia.

En situaciones de cobertura de varios haces, asegurar una superposición adecuada entre haces adyacentes, por lo general de 3 a 4 dB por debajo del máximo, da lugar a espacios reducidos entre cada haz. En dichas aplicaciones de antenas de reflector o de lente, en las que cada haz se genera con un único elemento de alimentación, este espaciamiento reducido entre los haces da lugar a un grupo de alimentación compuesto de pequeñas bocinas dispuestas estrechamente. El rendimiento de las antenas se ve entonces limitado por la capacidad de iluminar de manera eficiente la abertura de la antena con pequeños elementos de alimentación que permitan producir un patrón primario relativamente amplio. Los principales factores que limitan el rendimiento de la antena son:

- 1 - Pérdidas elevadas de la antena por desbordamiento (*spill over*), que reduce la ganancia de rendimiento y
- 2 - relación de iluminación borde-centro limitada, que conduce a niveles relativamente altos de lóbulos laterales.

Para solucionar las limitaciones de rendimiento descritas anteriormente se ha propuesto el uso de múltiples grupos de reflectores de haz intercalado de forma alternativa. Mediante el uso de múltiples aberturas, los elementos de alimentación quedan distribuidos, con lo que el espaciamiento y el tamaño de los elementos en una matriz de alimentación puede aumentar, dando lugar a un patrón primario más directo y estrecho para cada elemento de alimentación. El tamaño del elemento aumenta como *raíz* cuadrada de la cantidad de aberturas usada aproximadamente. Por ejemplo, intercalar los haces producidos por cuatro reflectores, como se muestra en la figura 2, genera un elemento cuyo tamaño ha aumentado por factor dos (2) aproximadamente. Esto reduce considerablemente las pérdidas por desbordamiento y por lo tanto mejora los niveles de copolarización de los lóbulos laterales. Las cuatro marcas diferentes de haz, identificadas con las letras A, B, C y D en la figura 2 se refieren a los haces generados por las cuatro aberturas con las denominaciones correspondientes.

A pesar de que las aberturas múltiples mejoran notablemente el rendimiento de la antena aumentando el tamaño físico del elemento, queda demostrado fácilmente que, incluso con cuatro aberturas, el rendimiento de las MBAs que emplean un solo elemento de alimentación por cada haz sigue estando limitado por la eficiencia η de la abertura del elemento de alimentación definida como:

$$\eta = g^2 / (\lambda \pi d)^2$$

Donde g es la ganancia máxima o directividad, λ es longitud de onda de la señal en la banda de frecuencia de funcionamiento mas baja y d es el diámetro físico del elemento de alimentación, o el espaciamiento de alimentación.

Si se asume un patrón de alimentación tipo \cos^q , se puede derivar que la relación de iluminación borde/centro (ET) de un sistema de cuatro reflectores es

$$ET \text{ (dB)} \approx 13 * \eta$$

donde η es la eficiencia de la abertura de alimentación. Esto significa que para un sistema de cuatro reflectores se necesitan elementos de alimentación con una eficiencia de abertura de al menos el 92% para alcanzar el borde de iluminación de 12 dB, identificado como óptimo en la figura 1. Lograr una relación borde/centro mayor para un mejor control del lóbulo lateral requiere una eficiencia de abertura de alimentación aún mayor.

Del mismo modo, nos encontramos con que si se utilizan tres reflectores en lugar de cuatro, la relación de iluminación borde/centro del reflector se puede aproximar como sigue:

$$ET \text{ (dB)} \approx 9.75 * \eta$$

En realidad, la relación entre ET y " η " no es exactamente lineal. Un análisis más riguroso muestra que a medida que aumenta la relación borde/centro, el tamaño del reflector también tiene que aumentar para mantener el mismo ancho de haz. Este aumento del tamaño del reflector da lugar a un aumento de segundo orden en la relación borde/centro del reflector.

Como se ilustra en la figura. 3, un análisis paramétrico muestra que la ganancia de una MBA es óptima para una eficiencia de abertura de alimentación de alrededor del 95%. La selección de otro nivel de cruce del haz afectaría a la localización del punto óptimo, pero en general la eficiencia de la alimentación óptima siempre será de entre el 85% y 100%.

Soluciones convencionales

Se ha establecido que elementos de abertura de alta eficiencia son necesarios para maximizar el rendimiento de las MBAs. Aunque las bocinas cónicas ofrecen una eficiencia de abertura razonable (por lo general entre 80% y 83%) muestran deficiencias en la simetría de patrón y malos resultados de polarización cruzada (cross-polarisation). Las bocinas de modo dual o de modo híbrido han sido desarrolladas para asegurar buena simetría de patrón y un buen rendimiento de polarización cruzada. Las bocinas convencionales de modo dual incluyen la conocida bocina Potter y bocinas híbridas multimodo de tipo corrugado, tal y como se ilustra en las figuras 4 y 5 respectivamente.

Las bocinas Potter suelen ofrecer una eficiencia del 65-72% en función de su tamaño y del ancho de banda de funcionamiento. Las bocinas corrugadas pueden funcionar en una banda más amplia, pero proporcionan una eficacia aún menor debido a la presencia de corrugaciones de la abertura que limitan su diámetro eléctrico a cerca de $N/2$ menos que su dimensión física.

Por lo tanto, como se muestra en la figura 3, las bocinas convencionales de modo dual o modo híbrido no permiten lograr un rendimiento óptimo de las MBAs, ya que una relación borde/centro insuficiente (edge-taping) del reflector da lugar a altos niveles de lóbulos laterales y a ganancias degradadas por las altas pérdidas de desbordamiento (spill-over).

El documento de patente US4792814, concedida a T. Ebisui el 20 de diciembre de 1988, describe una antena de bocina cónica con una primera sección que activa sólo el modo TM_{11} en la banda de alta frecuencia y una segunda parte que activa tanto el TM_{11} de la banda de baja frecuencia y el TE_{12} en la banda de alta frecuencia de forma que el patrón de la señal de salida incluye un componente de reducción controlada de la polarización cruzada. Dicha bocina está formada por un máximo de dos secciones cilíndricas conectadas con las secciones cónicas. La bocina de Ebisui tiene significativas desventajas ya que las discontinuidades se limitan a las secciones cónicas, la estructura de la bocina es larga, lo que da lugar a un aumento de la masa y a mayores pérdidas de RF, siendo su rendimiento limitado especialmente en términos de ancho de banda.

La solicitud de patente GB2148607 de Watson e.a., publicada el 30 de mayo de 1985, divulga una bocina corrugada mejorada con un grupo de ondulaciones, construida siguiendo un patrón de onda sinodal sustancialmente, con el fin de proporcionar un funcionamiento equilibrado de la bocina en condiciones híbridas, con buenas características de banda ancha y un rendimiento de polarización cruzada bajo.

El artículo especializado "*Restraint of Unwanted Higher-Order Modes in Wideband Tracking Corrugated Horn*" de Du e.a., publicado en "ELECTRONICS LETTERS", IEE Stevenage, GB. vol. 36, nr. 6, publicado el 16 de marzo de 2000, divulga un filtro en una bocina corrugada de banda ancha para frenar o reducir al mínimo la activación de modos adversos mayores no deseados (TM_{11} , EH_{12}) con el fin de reducir el componente de polarización cruzada en la banda de frecuencia de transmisión.

La solicitud de Patente Europea EP0483686A1 de Wokurka y publicada el 6 de mayo de 1992 describe una antena de haz múltiple con pérdidas por desbordamiento reducidas, un haz de cruce mejorado y con reducción de lóbulos laterales no deseados proporcionada por el uso de lentes dieléctricas.

La patente estadounidense US4764775 concedida a T.S. Craven el 16 de agosto de 1988 divulga una bocina de alimentación multimodo generando, combinando y luego suprimiendo modos de orden superior para proporcionar

múltiples haces en diferentes direcciones de apuntamiento.

El documento de antecedente *técnico* JP54058336 y el documento titulado "*Microwave horns and feeds*" (Clarricoats e.a., IEE Electromagnetic waves series, London, 1994, pages 229-246) divulgan bocinas multimodo de estructura cónica.

5 OBJETOS DE LA INVENCION

Es por tanto un objeto general de la invención proporcionar una antena de haz múltiple con una pluralidad de bocinas mejoradas que contribuyen a eliminar los inconvenientes mencionados.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una antena de haz múltiple con una pluralidad de bocinas multimodo con una serie de discontinuidades para alterar el contenido de modo de la señal transmitida y/o recibida.

10 Además es objeto de la presente invención proporcionar una antena multihaz alimentada con bocinas multimodo, teniendo cada una serie de discontinuidades para alterar el contenido de modo de la señal transmitida y/o recibida para maximizar el rendimiento global de la antena con relación a su aplicación.

15 Una ventaja de la presente invención es que es posible diseñar una antena de haz múltiple con una pluralidad de bocinas multimodo alimentando la antena que se ha optimizado con discontinuidades para alterar el contenido de modo y lograr des este modo un equilibrio entre una pluralidad de parámetros de rendimiento de dicha antena sobre un rango de frecuencia predeterminado de la señal, maximizando así el patrón de radiación secundario y con ello el rendimiento general de la antena.

Otros objetos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de una lectura cuidadosa de la descripción detallada en este documento y, en su caso, de los dibujos adjuntos.

20 RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo a un aspecto de la presente invención, se proporciona una antena multihaz según la reivindicación 1.

Típicamente, las discontinuidades de dicha pared interna son generalmente axialmente simétricas alrededor de un eje de dicha estructura.

25 Por lo general, cada modo de orden superior se ve alterado por al menos dos de dichas discontinuidades.

En una realización, la geometría de dichas discontinuidades se configura y dimensiona para alterar el contenido de modo de orden superior TE de la señal a fin de aumentar la ganancia de señal y/o para alterar el contenido de modo de orden superior de TM de la señal a fin de controlar el contenido de polarización cruzada de los modos TE, lo que permitirá el equilibrio entre una pluralidad de parámetros de rendimiento de la antena sobre un rango de frecuencia predeterminado de la señal.

30 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

En los dibujos adjuntos, caracteres de referencia indican los elementos del sistema.

La figura 1 es una ilustración gráfica del rendimiento de una antena multihaz típica (MBA) mostrado como función de la relación borde/centro del reflector;

35 la figura 2 es una ilustración gráfica de la cobertura típica de antena multihaz con cuatro aberturas;

la figura 3 es una ilustración gráfica del rendimiento de una antena multihaz típica de cuatro aberturas (MBA) mostrado como función de la eficiencia de alimentación;

las figuras 4 y 5 son vistas en sección de una bocina convencional de modo dual y una bocina corrugada respectivamente;

40 la figura 6 es una ilustración gráfica de una comparación del patrón primario entre una bocina típica de modo dual y una bocina de alto rendimiento multimodo (HPMH en lo sucesivo por sus siglas inglesas) y

las figuras 7, 8 y 9 son vistas en sección de tres diferentes formas de realización de una HPMH de acuerdo con la presente invención, mostrando una banda estrecha, una banda dual y un HPMHs de banda ancha respectivamente.

45

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Con referencia a los dibujos anexos, las realizaciones preferidas de la presente invención se describen en este documento a título indicativo y de ninguna manera como limitación de posibles realizaciones.

Bocina multimodo de alto rendimiento (HPMH)

5 Para superar las limitaciones de rendimiento obtenido con elementos convencionales de alimentación, una clase de elementos multimodo de alta eficiencia se ha desarrollado. Estos elementos de alimentación de alto rendimiento se pueden utilizar en antenas multihaz de una sola abertura o en combinación con antenas de múltiples aberturas para mejorar aún más su rendimiento de RF (radiofrecuencia). Este elemento de gran eficiencia puede lograr una mayor eficiencia de abertura que las soluciones convencionales de doble modo o soluciones híbridas de varios modos de funcionamiento, manteniendo la buena simetría de patrón y el rendimiento de polarización cruzada. Son factibles tanto diseños de banda ancha individual, como de doble banda. El mecanismo básico por el que se llevan a cabo las mejoras de rendimiento requerido se basa en la generación dentro del elemento de alimentación de modos de guía de onda de orden superior TE (transverse-electric) con amplitud y fases relativas adecuadas.

10 En relación con las figuras 7 A 9, se muestran varias realizaciones 20, 20a y 20b de bocinas multimodo de alto rendimiento (HPMHs) de acuerdo a la presente invención usadas para mejorar el rendimiento global de su respectiva antena. Cada HPMH 20, 20a y 20b alimentando una antena incluye una estructura cónica generalmente hueca 22 para la transmisión y/o recepción de una señal electromagnética a través de la misma. La estructura 22 se va ensanchando substancialmente radialmente hacia el exterior desde una sección estrecha (o entrada) 24 hacia una abertura 26, generalmente de un tamaño predeterminado, y define una pared interna 28 que tiene una pluralidad de discontinuidades 30 y está diseñada para alterar el contenido de modo de la señal. La *geometría* de estas discontinuidades 30 está optimizada para lograr un equilibrio preferido (o de optimización) entre una pluralidad de parámetros de rendimiento (o requisitos) de la antena sobre un rango de frecuencia predeterminada de la señal. Al determinar las discontinuidades 30, por lo menos un parámetro de rendimiento se selecciona de la directividad del eje de la bocina, del ancho del haz del patrón de la bocina, de la relación de iluminación borde/centro de la antena, del perfil de iluminación de la antena, 15 20 25 teniendo en cuenta también las pérdidas por desbordamiento (*spill-over*) de la antena.

Los modos de orden superior TE se generan en el elemento de alimentación o bocina 22 a través de una serie de discontinuidades adyacentes 30, incluidos escalonamientos 32 y/o perfiles suaves 34 y/o corrugaciones 36 y/o rebajes 38. Los perfiles lisos 34 ubicados en la abertura 26 también se denominan como cambios en el ángulo de ampliación 35. El contenido modal óptimo depende del tamaño predeterminado de la abertura 26. La pureza de polarización y los requisitos de la simetría de patrón dan lugar a condicionantes adicionales para el contenido modal. La estructura de alimentación óptima de la bocina en términos de tipo de discontinuidad 30, cantidad, ubicación y dimensiones depende del contenido modal óptimo y del ancho de banda de funcionamiento. Por ejemplo, las corrugaciones 36 se utilizan normalmente para exclusivamente para un ancho de banda operativo más amplio.

35 El rendimiento de la alimentación multimodo 20, 20a y 20b de la presente invención se realiza a medida, preferentemente aplicando programas informáticos debido a la complejidad y amplitud de computación necesarias, para lograr un conjunto específico de requisitos de modelo en función de la aplicación específica que corresponda. Por ejemplo, se ha determinado que, a fin de maximizar la directividad máxima de la bocina 20, 20a, 20b, una distribución de campo sustancialmente uniforme se desea sobre la abertura 26. Una amplitud casi uniforme y una distribución de campo de la fase de abertura se logra con una combinación adecuada de modos de orden superior TE con el modo dominante TE₁₁. Todos los modos soportados por el tamaño de la abertura se utilizan en la proporción óptima. De hecho, una mayor abertura 26 soporta más modos y ofrece más grados de libertad, por lo tanto, facilitando la realización de una distribución uniforme de campo de abertura. Sólo el modo TE₁₁ dominante está presente en la sección de estrechamiento 24 de la bocina 20, 20a y 20b. Usando discontinuidades 30 de diversos tipos, los modos TE₁₁ se generan para aumentar la ganancia. A pesar de que modos como TE₁₂ y TE₁₃ no aportan una contribución relevante de parámetros de ganancia de campo remoto como el modo TE₁₁ dominante, una mayor ganancia compuesta se obtiene cuando estos modos son excitados con la amplitud y la fase adecuadas. En diseños convencionales de bocinas de alimentación 10, 12, los modos TE de orden superior TE se evitan por lo general (con amplitudes cercanas a cero) debido a su fuerte contribución al parámetro de polarización cruzada. La HPMH 20, 20a, 20b a diferencia de las bocinas convencionales 10 y 12, aprovecha los modos de orden superior TE. Además, con el fin de cancelar el contenido de polarización cruzada de estos modos, los modos TM_{1m} (transversal magnético) también se generan por las discontinuidades 30 en la HPMH 20, 20a y 20b. Los modos TM_{1m} no aportan contribución de parámetro de ganancia en el eje copolar, pero se utilizan para controlar los parámetros de aislamiento de polarización cruzada y de simetría de patrón. Al controlar con precisión la amplitud y la fase de los diferentes modos con discontinuidades optimizadas 30, el rendimiento de radiación de HPMH 20, 20a y 20b se puede ajustar con gran flexibilidad.

55 Preferiblemente, el rendimiento de la alimentación / de la antena se adapta a cada aplicación de antena específicamente utilizando todas las modalidades disponibles según sea necesario. Los parámetros de rendimiento a optimizar incluyen, pero no se limitan a:

- aumento de patrón secundario;

- lóbulos laterales de patrón secundario;
- aislamiento de polarización cruzada de patrón secundario;
- directividad pico del patrón primario;
- forma del patrón primario;
- 5 • aislamiento de polarización cruzada del patrón primario;
- simetría del patrón primario;
- banda de frecuencia operativa;
- relación de iluminación borde/centro;
- pérdida por desbordamiento;
- 10 • pérdidas de retorno;
- longitud de bocina y
- masa de bocina.

Por ejemplo, la HPMH 20 que se muestra en la figura 7 ha sido desarrollada para una aplicación de ancho de banda-Ka, para el que la figura 3 ofrece un análisis de rendimiento paramétrico. Una eficiencia del 92% se ha logrado en el 3% de la banda de frecuencia operativa lo que por lo tanto permite un rendimiento óptimo de la MBA. La figura 6 muestra una comparación entre el patrón de una 6.05- λ HPMH 20 (ver fig. 7) y el de una bocina Potter convencional 7.37- λ (o modo dual) 10 (ver fig. 4). Como puede verse, el diámetro de la bocina Potter 10 que proporciona la relación borde/centro equivalente tendría que ser un 22% mayor que el de la bocina de alta eficiencia 20. La bocina 20a representada en la figura 8 ha sido desarrollada para otra aplicación donde se requiere la operación de alta eficiencia en las bandas Tx (transmisión) y Rx (recepción), a 20 y 30 GHz respectivamente.

El rendimiento del elemento de alimentación de alta eficiencia 20 ha sido verificado correctamente mediante mediciones de prueba como unidad independiente, así como en una disposición en grupo. El diseño del elemento es compatible también con la generación de patrón seguimiento, mientras que se preserva el funcionamiento de alta eficiencia para señales de comunicaciones.

Aunque las bocinas convencionales 10 y corrugadas 12 también se basan en una combinación de diferentes modos, hay varias diferencias fundamentales entre los diseños convencionales 10, 12 y la nueva HPMH 20. Estas diferencias se deben a los principios de operación utilizados para lograr una estructura adecuada de la bocina 20. Tales principios se describen en lo sucesivo y se resumen en el cuadro 1.

Mediante las bocinas de doble modo 10 como se muestran en la figura 4 se puede lograr buena simetría de patrón y buen rendimiento de polarización cruzada en una banda estrecha (normalmente no más del 10% de la banda de frecuencia de funcionamiento). El objetivo principal del diseño de una bocina corrugada convencional 12 como se muestra en la figura 5 es alcanzar una simetría patrón y un rendimiento de polarización cruzada adecuados en un ancho de banda mucho más amplio o en múltiples bandas separadas. Para conseguir un buen rendimiento de polarización cruzada y de simetría de patrón, tanto la bocina de doble modo 10 y la bocina corrugada 12 proporcionan una eficiencia de abertura relativamente baja. La HPMH 20, 20a, 20b de la presente invención puede ser optimizada para lograr el balance preferido (o requerido) entre diferentes eficiencias y requisitos de parámetros de polarización cruzada a lo largo de una banda estrecha, ancha o en varias bandas por separado.

Las bocinas de doble modo se caracterizan por ofrecer una mayor eficiencia de abertura que las bocinas corrugadas 12, pero a lo largo de un ancho de banda mucho más estrecho. Por el contrario, el presente HPMH 20, 20a, 20b puede lograr una eficiencia de abertura igual o mejor que la bocina de modo dual 10 sobre el ancho de banda de una bocina corrugada 12 siempre que sea necesario. En esencia, el HPMH 20 combina y mejora aún más las características deseables de rendimiento de los dos diseños convencionales de bocinas 10, 12 en un único dispositivo.

El contenido modal de una bocina de doble modo 10 sólo se consigue con los pasos 13 y los perfiles suaves 14 para cambiar el ángulo de ensanchamiento de bocina 15. En bocinas onduladas convencionales 12, el modo híbrido deseado HE₁₁ (eléctrico híbrido) se genera con una serie de ondulaciones irregulares 16" y es apoyado solamente por una serie de corrugaciones regulares (de profundidad y espaciamiento constantes) 16. La presente HPMH 20, 20a, 20b, en comparación, utiliza cualquier combinación de corrugaciones regulares/irregulares 36, escalonamientos 32, rebajes 38 y/o perfiles suaves 34 para lograr las prestaciones eléctricas de bocinas de doble modo 10 y 12 de bocinas onduladas, entre otras.

5 Para una separación dada entre los elementos de una antena multihaz, la abertura eléctrica (diámetro interno efectivo) de la abertura 26 de la bocina corrugada 12 es significativamente menor que la actual de la presente HPMH 20, 20a, 20b debido a la presencia de la última corrugación 16' en la abertura 26. La abertura eléctrica de la bocina corrugada 12 es más pequeña que el diámetro de abertura mecánica 26 en el doble de la profundidad de la última corrugación 16' (la última corrugación 16' suele tener $0.26\lambda_L$ de profundidad, siendo λ_L la longitud de onda de la frecuencia de funcionamiento más baja), lo que limita la abertura eléctrica efectiva de la bocina corrugada 12. Como se muestra en las figuras 8 y 9, cuando se requieren corrugaciones 36, la HPMH 20^a, 20b utiliza un tamaño total de abertura eléctrica al tener una combinación de discontinuidades 30, tales como escalonamientos 22, protuberancias suaves 34 y/o estrechamientos 38 en la región de salida 40 entre la última ondulación 36' (la más cercana a la abertura 26) y la abertura 26, utilizando por lo tanto todo el diámetro disponible establecido por el espaciamiento entre elementos.

10 Para antenas multihaz, todas las bocinas 20, 20a, 20b pueden dividirse en una pluralidad de subgrupos, teniendo todas las bocinas 20, 20a, 20b de un mismo subgrupo las mismas discontinuidades 30.

15 Dependiendo de los requisitos específicos de la aplicación (parámetros de rendimiento), la profundidad y el espaciamiento de las corrugaciones 36 de la HPMH 20, 20b pueden ser regulares o irregulares, según sea necesario. Esto difiere de las bocinas convencionales 12, que tienen un perfil corrugado irregular 16" para generar y un perfil corrugado regular 16 para apoyar los modos híbridos.

20 Las bocinas de doble modo 10 sólo utilizan dos modos (modos de orden superior dominante TE_{11} y TM_{11}) para crear las características de patrón de radiación deseadas. Una bocina corrugada 12 está diseñada para apoyar el modo HE_{11} híbrido con un balance adecuado en un amplio ancho de banda. Mediante la HPMH de la presente invención, toda la estructura 22 se utiliza para generar el contenido modal óptimo para un máximo rendimiento de antena en una aplicación específica. A diferencia de la bocina corrugada 12, el resultado óptimo no es necesariamente una mezcla de modos híbridos HE balanceados. El perfil de la bocina multimodo 20, 20a, 20b, la geometría de las corrugaciones 36 y la abertura 26 de la abertura pueden optimizarse para lograr una mejora del rendimiento para cada aplicación específica.

25 Tabla 1: Comparación de bocinas convencionales y de bocinas de alto rendimiento multimodo modo

	Bocina de doble modo 10 (antiguo Potter)	Bocina corrugada 12	Bocina multimodo de alto rendimiento 20, 20a, 20b
Contenido de modo	TE_{11} y TE_{11}	Modo híbrido balanceado HE_{11}	Múltiples modos TE, TM (no necesariamente híbrido balanceado)
Discontinuidad 30 para el modo de generación	Escalonamiento 13 y cambios en el ángulo de ensanchamiento 15	Sólo corrugaciones 16 (perfil de corrugación irregular 16" de generación y perfil de corrugación regular para apoyar el modo HE_{11})	Corrugaciones 36 y/o cambios en el ángulo de ensanchamiento 35 y/o en los escalonamientos 32 y/o perfiles suaves 34 y/o rebajes 38 (las corrugaciones 36 pueden tener un perfil irregular)
Objetivos de diseño	Excelente simetría de patrón y rendimiento de polarización cruzada en anchos de banda estrechos	Excelente simetría de patrón y rendimiento de polarización cruzada en anchos de banda anchos y en multibanda	Alta eficiencia de abertura, iluminación de reflector borde/centro y rendimiento de polarización cruzada determinado, patrón de simetría en banda estrecha o ancha o bandas separadas N
Abertura de bocina 26 (zona de salida 40, cuando sea necesario)	Ensanchamiento suave 15	Corrugación 16	Ángulos de ensanchamiento suaves 35 y/o perfiles 34 y/o escalonamientos 32 y/o rebajes 38

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una antena multihaz incluyendo o múltiples reflectores o lentes para o transmitir o recibir una señal electromagnética a través de los mismos, incluyendo dicha antena una pluralidad de bocinas de alimentación multimodo (20), generando cada uno de dicha pluralidad de bocinas (20) un haz respectivo de dicha antena y cada una de las bocinas (20) incluyendo una estructura hueca cónica (22) para alimentar a través de ella el haz, ensanchándose la estructura (22) de forma radial hacia el exterior de una sección de estrechamiento (24) hacia una abertura (26), teniendo la abertura (26) un tamaño limitado por la presencia de bocinas de alimentación adyacentes que generan otros haces, dicha estructura (22) definiendo una pared interna (28) que tiene una pluralidad de discontinuidades (30) para modificar el contenido modal de la señal, donde para cada 10 una de las bocinas (20) las discontinuidades (30) excitan modos de orden superior TE_{1n} apoyados por el tamaño de abertura con tal amplitud y fase que cada bocina (20) tiene una eficiencia de abertura mayor que la de bocinas de doble modo usando modos TE_{11} y TM_{11} solamente, a lo largo de un rango de frecuencia predeterminado de la señal.
- 15 2. La antena de la reivindicación 1, donde dicha pluralidad de bocinas (20, 20a, 20b) esta dividida en una pluralidad de subgrupos, teniendo todas las bocinas (20, 20a, 20b) del mismo subgrupo la misma pluralidad de discontinuidades (30).
3. La antena de la reivindicación 1 o 2, donde las discontinuidades (30) además alteran el contenido de modo de orden superior TM_{1m} de la señal para controlar el contenido de polarización cruzada de los modos de propagación en el rango de frecuencia predeterminada de la señal.
- 20 4. La antena de acuerdo a una de las reivindicaciones 1 a 3, donde dichas discontinuidades (30) de dicha pared interna (28) son axialmente simétricas alrededor de un eje de dicha estructura (22).

Rendimiento MBA vs. relación borde/centro (edge taper)
(espaciamiento 0.60-deg; -4 dB cruzada)

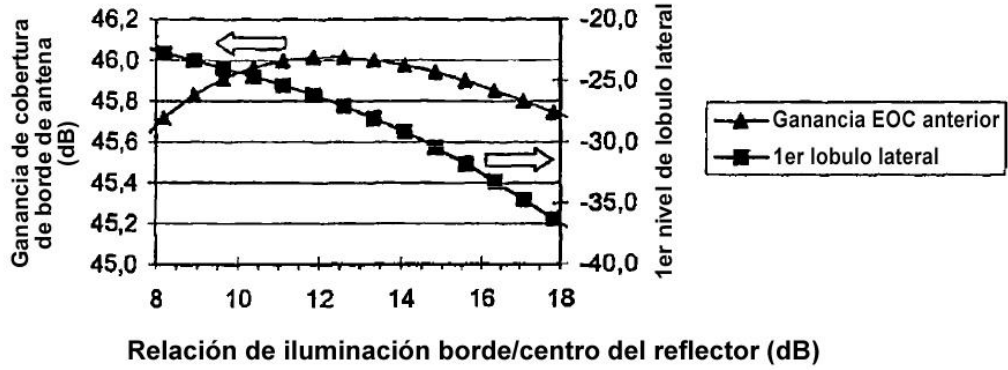


Fig. 1 (antecedente(s))

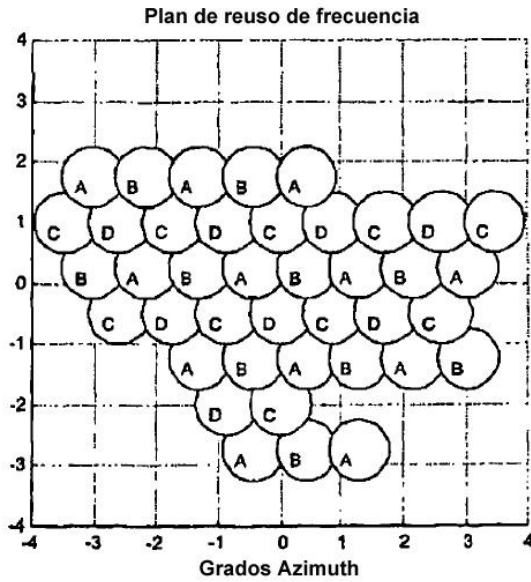


Fig. 2 (antecedente(s))

Rendimiento MBA vs. eficiencia de alimentacion
 (4 reflectores; espaciamento 0.60 gr.; -3.5 dB cruzada)

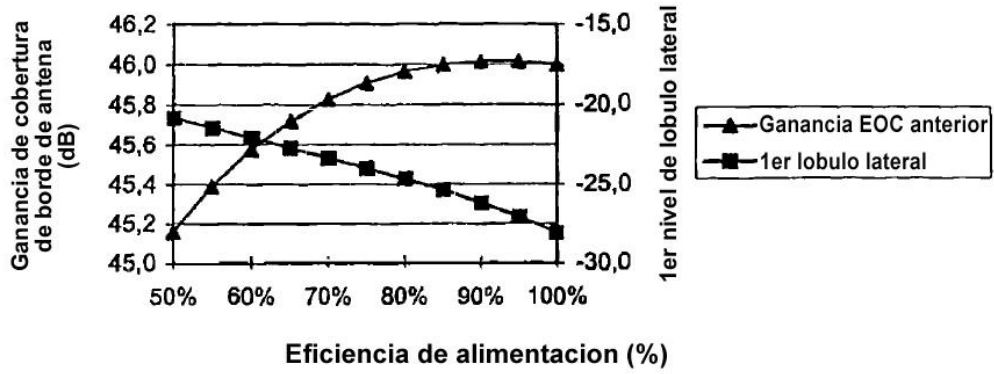


Fig. 3 (antecedente(s))

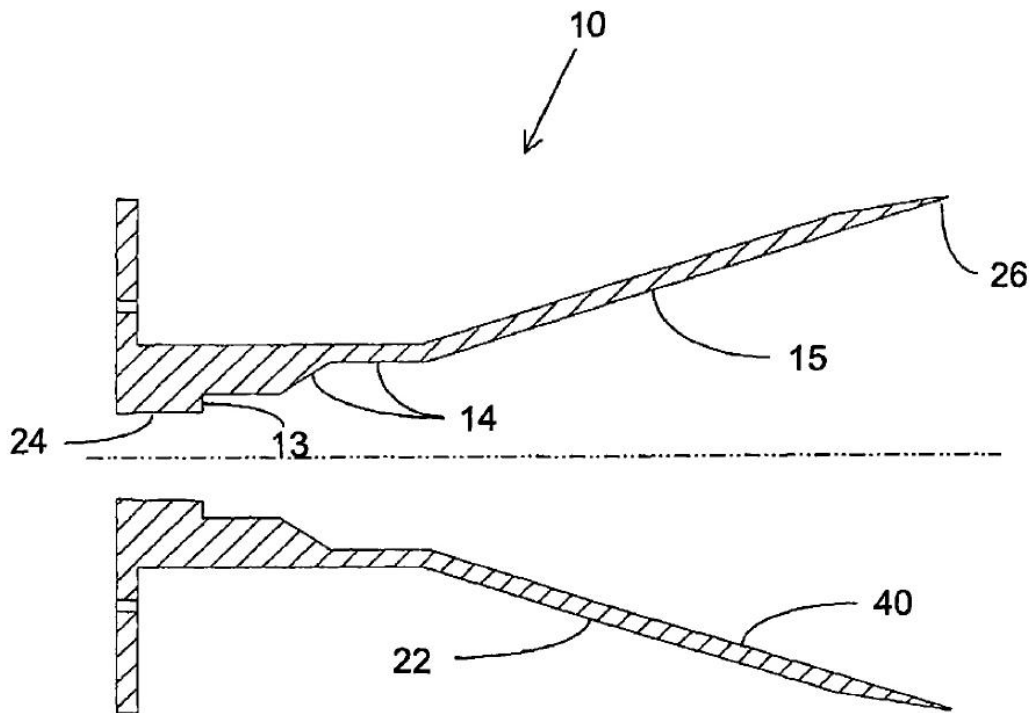


Fig. 4 (antecedente(s))

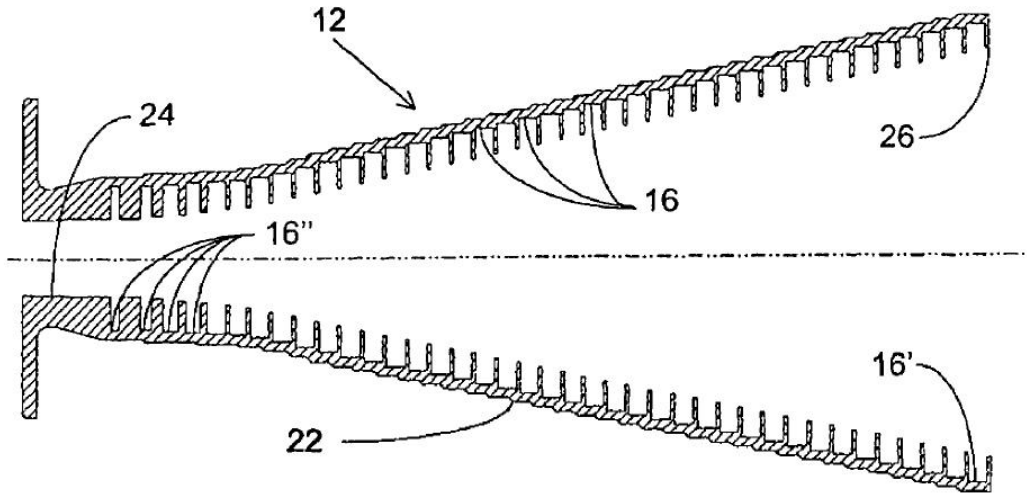


Fig. 5 (antecedente(s))

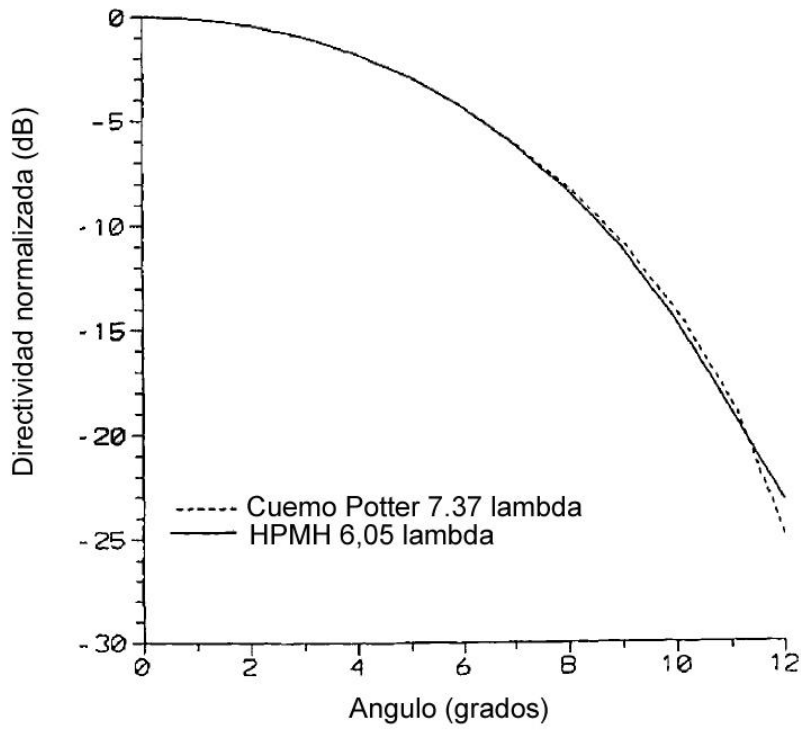


Fig. 6

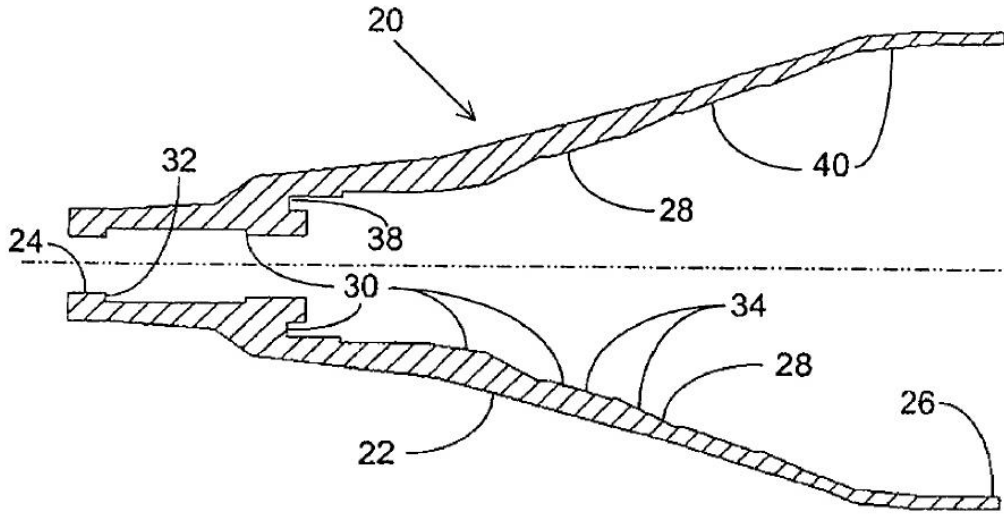


Fig. 7

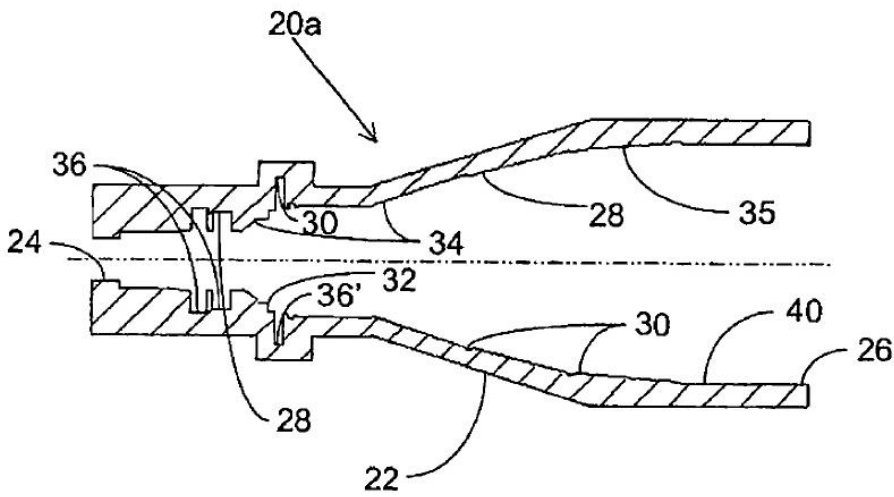


Fig. 8

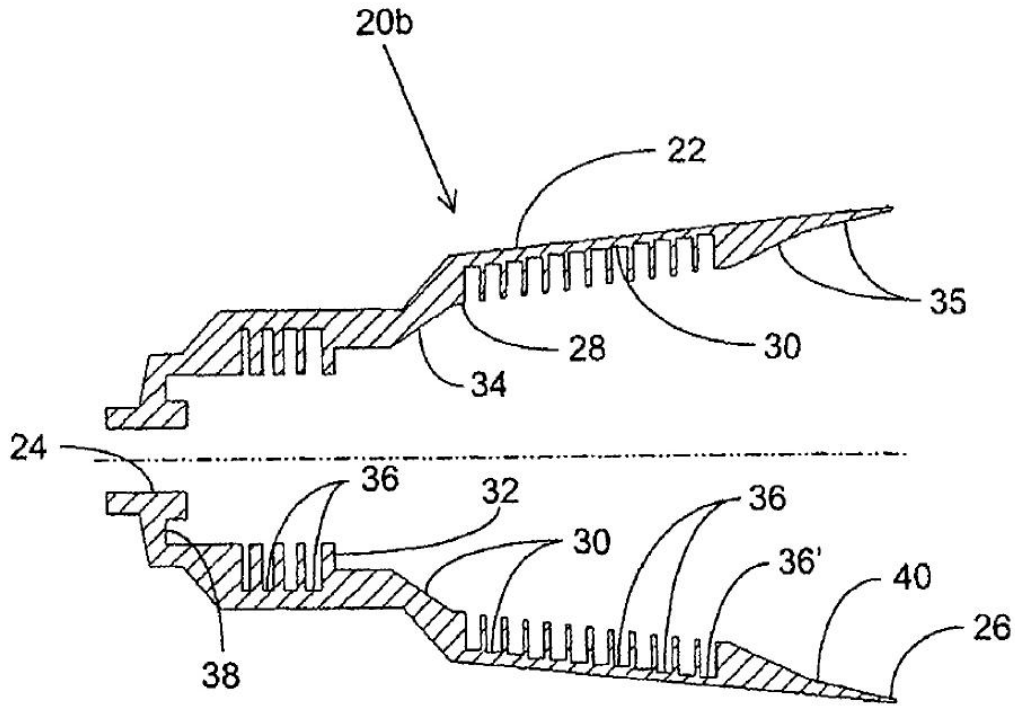


Fig. 9