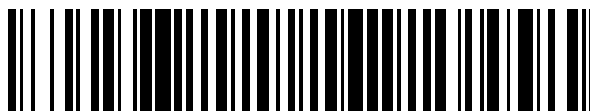


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 148**

51 Int. Cl.:

|                   |                             |           |
|-------------------|-----------------------------|-----------|
| <b>H01Q 1/00</b>  | (2006.01) <b>F16L 3/26</b>  | (2006.01) |
| <b>H01P 5/103</b> | (2006.01) <b>H01Q 13/02</b> | (2006.01) |
| <b>H01Q 1/44</b>  | (2006.01) <b>H01P 5/18</b>  | (2006.01) |
| <b>A62C 35/00</b> | (2006.01) <b>H01Q 1/22</b>  | (2006.01) |
| <b>F16L 3/00</b>  | (2006.01) <b>H01Q 13/22</b> | (2006.01) |
| <b>H01Q 21/00</b> | (2006.01)                   |           |
| <b>H01P 5/12</b>  | (2006.01)                   |           |
| <b>H01P 3/127</b> | (2006.01)                   |           |
| <b>A62C 35/60</b> | (2006.01)                   |           |
| <b>F16L 3/23</b>  | (2006.01)                   |           |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2006 E 06814778 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2013 EP 2078325**

54 Título: **Sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda y procedimiento de operación**

30 Prioridad:

**19.09.2005 US 718419 P**

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

**21.10.2013**

73 Titular/es:

**WIRELESS EXPRESSWAYS INC. (100.0%)  
12500 Network Blvd., Suite 401  
San Antonio, TX 78249, US**

72 Inventor/es:

**BECKER, CHARLES D.**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO FACES, José**

ES 2 426 148 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

Sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda y procedimiento de operación

### 5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES DE PATENTE RELACIONADAS

La presente solicitud de patente reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de EE.UU. nº 60/718.419 titulada "Sistema de distribución inalámbrica de guía de onda" y presentada el 19 de septiembre de 2005.

### 10 CAMPO

La presente divulgación se refiere a sistemas de distribución inalámbrica (de radio), y más particularmente a sistemas para distribuir y recoger señales inalámbricas en edificios tales como oficinas, fábricas, almacenes, escuelas, hogares e instalaciones gubernamentales, y en sitios abiertos tales como estadios deportivos, parques, autopistas y vías férreas.

### DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

20 Se proporciona información base en el contexto de un problema específico para el que es aplicable la materia desvelada en uno o más de sus aspectos: la distribución eficiente de señales inalámbricas dentro y fuera de oficinas u otros edificios en los que distancias e impedimentos estructurales, u otros objetos, pueden reducir de otro modo la intensidad y calidad de señales inalámbricas, y para la distribución eficiente de señales inalámbricas en áreas abiertas.

25 Ahora son habituales las unidades de comunicación portátiles y otros dispositivos de usuario tales como ordenadores portátiles, asistentes digitales personales, buscas, teléfonos móviles, receptores de audio y vídeos portátiles e instrumentación telemétrica que emplean comunicaciones inalámbricas a frecuencias en el intervalo de 1000 MHz y superiores. La demanda de servicios de comunicaciones inalámbricas fácilmente disponibles para estos tipos de dispositivos ha aumentado significativamente, junto con la esperanza por los usuarios de que esté disponible conectividad inalámbrica fidedigna ubicua dentro de los edificios y otros sitios interiores y exteriores que son frecuentados. El uso rápidamente creciente de tanto dispositivos de comunicaciones inalámbricas portátiles como fijos requiere iluminación de señales de radio más eficiente y precisa de áreas específicas dentro y fuera de estructuras de edificios para utilizar completamente las asignaciones del espectro de radiofrecuencia limitadas por el gobierno que están actualmente disponibles.

35 La utilización de información de datos, voz y vídeo de velocidad cada vez mayor codificada en señales inalámbricas digitales y analógicas está aumentando la demanda del diseño de sistemas de antena en edificios y otros centros en los que obstrucciones, distancias o reglamentaciones pueden limitar el intervalo de transmisiones de radio. Esto es particularmente el caso en el que las reglamentaciones gubernamentales y los patrones de la industria limiten transmitir potencia a bajos niveles. También hay una necesidad simultánea de limitar la potencia de transmisión de dispositivos inalámbricos personales portátiles para disminuir la merma de fuentes de alimentación portátiles tales como baterías, y también de reducir la interferencia con sistemas próximos en el mismo canal.

45 Reflexiones múltiples inducidas por la estructura y objetos de señales de radio que llegan simultáneamente de dos o más direcciones a una antena receptora y pueden producir distorsión en el tiempo y debilitamiento de datos codificados a radiofrecuencias que se presentan a un receptor. Se requieren señales de alta intensidad y de alta calidad con debilitamiento mínimo y distorsión del tiempo de llegada para la transmisión y la recepción de alta velocidad a bajo coste fidedigna de información radiotransmitida. Por ejemplo, radios de punto de acceso inalámbrico basados en las actuales normas IEEE 802.11a/b/g normalmente usan antenas omnidireccionales simples, o antenas con directividad moderada, para cubrir un área en un edificio. Una instalación de radio de punto de acceso estándar puede emplear una, o quizás hasta tres, antenas que se disponen sobre una pared en una única localización específica en una estructura del edificio. Entonces se intentará radiar señales en la medida de lo posible a través de, y alrededor de, las obstrucciones y contenidos del edificio para alcanzar un dispositivo inalámbrico de usuario. El procesamiento de señales por software basado en receptor de múltiples antenas receptoras co-localizadas ofrece alguna mejora en la calidad de la señal, pero solo obtiene recuperación moderadamente mejor de una señal transmitida que ya ha sufrido una distorsión significativa que se propaga de retardo en el tiempo, y distorsión de la amplitud, en una vía físicamente saturada reflectante tomada por una señal.

60 Se está volviendo cada vez más difícil proporcionar comunicaciones fidedignas a los usuarios de servicios de datos, voz y vídeo inalámbricos de mayor velocidad cuando se emplean antenas centralizadas debido a que la atenuación de la amplitud y los retardos de la reflexión sufridos por señales inalámbricas que pasan a través de paredes, particiones, suelos, cajas de escalera y otras estructuras y objetos normalmente encontrados en edificios.

65 Hay un reto continuo (y creciente) de cubrir todas las áreas requeridas en una instalación con intensidad y calidad de señal suficiente y predecible que proporcionará comunicaciones fidedignas en un entorno de reglamentaciones gubernamentales que limitan la máxima potencia de salida de transmisores inalámbricos. En

particular, velocidades de datos cada vez mayores en sistemas inalámbricos digitales, con sus mayores niveles asociados de codificación, están demandando mayores relaciones de señal con respecto a ruido y mayor calidad de señal para soportar la operación fidedigna a velocidad completa.

La solución de estos problemas de comunicaciones inalámbricas mediante mejoras en la sensibilidad de receptores inalámbricos en el intervalo de frecuencia citado es cada vez más desafiante, ya que la tecnología de receptores está cerca de alcanzar su límite teórico de sensibilidad en los presentes diseños de sistemas. El uso de procesadores de señales digitales de alta velocidad está mejorando algo la recuperación de datos, pero al precio de mayor merma de la fuente de potencia, que produce menor vida de la batería en sistemas portátiles, software complejo y coste elevado. Con potencia de salida del transmisor restringida y sensibilidad del receptor limitada, los sistemas que emplean mayores velocidades de datos y los actuales diseños de sistemas están limitados al intervalo de operación más corto, requiriendo así más transceptores de radio para cubrir un área dada, que provoca mayores costes del sistema y un mayor riesgo de interferencia entre radios en áreas próximas que deben compartir una frecuencia de canal común.

Además de las comunicaciones IEEE 802.11a/b/g, otros tipos de sistemas inalámbricos que operan en los intervalos de 2,4 GHz y mayor frecuencia tales como sistemas Bluetooth, ZigBee y RFID necesitan sistemas de distribución de señales más eficiente. Las normas para estas tecnologías especifican formatos de codificación más simples, menores velocidades de datos, menor potencia de transmisión y menores sensibilidades del receptor con el fin de miniaturizar componentes, reducir el coste por función y reducir la merma global del dispositivo de una fuente de potencia. Se combinan varios de estos factores para limitar el intervalo de comunicaciones o utilización económica de estos tipos de sistemas. Aunque en algunos casos se desea intervalo limitado, la mayoría de los sistemas inalámbricos sufren cobertura limitada y/o la capacidad para cubrir áreas deseadas con intensidad y calidad de señal definida.

Las incompatibilidades entre diferentes tipos de dispositivos de radio que operan en la misma banda de frecuencia también son un problema creciente, especialmente cuando deben localizarse antenas unitarias base para cada uno en estrecha proximidad; y transmisores de radio próximos que comparten el mismo espectro son operados a elevada potencia para poder obtener un intervalo de comunicaciones máximo a través de estructuras y otros objetos.

Un procedimiento que se ha empleado en un intento por vencer la atenuación y/o distorsión de retardo producida por obstrucciones estructurales es distribuir señales en una parte de una instalación usando un radiador "de fuga". Este tipo de radiador está normalmente en forma de un tipo especial de cable coaxial que emplea agujeros o ranuras en su conductor externo que permiten que "se fugue" una cantidad controlada de radiación, es decir, radie, a través de la longitud del cable. Sin embargo, este tipo de radiador lineal de fuga tiene varias desventajas a mayores frecuencias debido a la atenuación de señales longitudinal relativamente alta inherente en un diámetro práctico de cable coaxial de fuga. Esta característica limita rápidamente su distancia de cobertura longitudinal y ortogonal utilizable, especialmente a frecuencias de microondas. Otras desventajas de radiadores coaxiales de fuga incluyen su falta de capacidad para variar su cantidad de acoplamiento, es decir, velocidad de fuga a lo largo de la longitud del cable para compensar la pérdida lineal en el cable, y su característica no deseable de radiar y recibir en una zona de 360 grados ortogonal al cable, y a lo largo de su longitud total. La radiación radial completa es desventajosa en la mayoría de las aplicaciones ya que el usuario previsto está normalmente localizado, por ejemplo, debajo del cable. La radiación hacia arriba del cable, en este caso, se malgasta por la absorción en la estructura del edificio por arriba, y también permite la posibilidad de intrusión de señales que se originan por encima de la línea de fuga. La radiación del cable de fuga en áreas no deseadas por encima y por debajo de las cuales pasa el cable también es no deseada, malgasta potencia de señal y es difícil de evitar ya que es difícil de implementar un sistema de cable de fuga que aplique selectivamente señal a zonas específicas, y no a otras.

Cuando se usa, un radiador de cable coaxial de fuga se instala normalmente en el espacio encima de un techo. Los edificios de oficinas modernos frecuentemente usan estos espacios como plenum de retorno para aire circulado de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (CVAA). La mayoría de los códigos contra incendios federales establecidos por los gobiernos imponen estrictos requisitos a la composición de elementos instalados en este tipo de entorno para evitar la generación de humos perjudiciales que se recircularán por un sistema de CVAA en áreas ocupadas por seres humanos durante la aparición de un fuego en un espacio de aire del plenum. Como resultado, cables coaxiales, y cualquier otro tipo de componentes de señalización diseñados para el servicio en espacios de plenum, deben usar materiales aislantes especiales en su construcción, tales como politetrafluoroetileno ("teflón") de DuPont, que hace que cables coaxiales de radiofrecuencia hechos de este tipo de material sean prohibitivamente caros en muchas aplicaciones. Debido a estas restricciones, la tecnología presentemente disponible no ofrece sistemas de distribución inalámbrica ocultos eficientes prácticos que se diseñen para aplicaciones en espacios de plenum de CVAA, ni estén presentes sistemas de distribución inalámbrica diseñados para colocarse fuera de la vista en espacios de plenum.

La nueva tecnología y procedimientos presentados en la presente divulgación tratan soluciones para resolver estos y otros fallos de la presente tecnología en el campo. Un sistema de la técnica anterior para la distribución de señales inalámbricas en un sistema de CVAA de edificios se conoce del documento WO99/26310. Un acoplador de

señales de la técnica anterior se conoce del documento JP 64 007403 U.

## **RESUMEN**

Las técnicas y conceptos aquí desvelados proporcionan sistemas de distribución (de radio) inalámbricos, y más particularmente sistemas basados en guía de onda de alta eficiencia para distribuir y recoger señales inalámbricas en edificios, tales como oficinas, fábricas, almacenes, escuelas, hogares e instalaciones gubernamentales, y en sitios abiertos tales como estadios deportivos, parques, autopistas y vías férreas.

Según aspectos de la materia desvelada se proporcionan sistemas de distribución inalámbrica basados en guía de onda de alta eficiencia simplificados como se define en las reivindicaciones. El sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda desvelado transporta señales inalámbricas de una fuente de señal a una localización próxima a un receptor de señal. La guía de onda inalámbrica incluye una construcción estructural en sección transversal hueca. La construcción estructural en sección transversal hueca incluye una superficie interna conductora. Al menos un dispositivo de acoplamiento de señales de comunicaciones inalámbricas se inserta parcialmente en la guía de onda inalámbrica en al menos una localización de abertura predeterminada a lo largo de la guía de onda inalámbrica. El circuito de adaptación de impedancias conecta la salida del dispositivo de acoplamiento con al menos un punto de conexión para al menos un radiador de señales inalámbricas. Debido a la estructura y operación del sistema desvelado son posibles muchas configuraciones e implementaciones diferentes.

Estas y otras ventajas de la materia desvelada, además de características novedosas adicionales, serán evidentes de la descripción proporcionada en el presente documento. El intento de este resumen no debe ser una descripción exhaustiva de la materia reivindicada, sino que proporciona una breve visión general de algunas de las funcionalidades de la materia. Otros sistemas, procedimientos, características y ventajas aquí proporcionadas serán evidentes para un experto en la materia tras el examen de las siguiente **FIGURAS** y descripción detallada.

## **BREVES DESCRIPCIONES DE LOS DIBUJOS**

Las características, naturaleza y ventajas de la materia desvelada serán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se consideran conjuntamente con los dibujos en los que caracteres de referencia similares identifican diversos elementos que aparecen correspondientemente en toda esta descripción y en la que:

La **FIGURA 1** ilustra una realización del sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda según aspectos de la presente divulgación;

Las **FIGURAS 2A y 2B** ilustran respectivamente vistas lateral y desde arriba de un plan de cobertura de antena del sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda a modo de ejemplo para tres oficinas y un área de trabajo de radio apantallada;

Las **FIGURAS 3A a 3C** ilustran realizaciones alternativas para instalar secciones de guía de onda en características arquitectónicas;

Las **FIGURAS 3D y 3E**, respectivamente, ilustran realizaciones de ejemplos del sistema de guía de onda objeto instalado en o integrado con una bandeja portadora, como se encuentra comúnmente en edificios para fines tales como el transporte de cables o tuberías;

Las **FIGURAS 4A a 4C** ilustran realizaciones alternativas para co-localizar sistemas de distribución de guía de onda para dos esquemas de comunicaciones diferentes que operan en diferentes intervalos de frecuencia (tales como IEEE 802.11a y XM Radio);

Las **FIGURAS 5A y 5B** ilustran realizaciones alternativas para acoplar señales inalámbricas dentro y fuera de una guía de onda usando: (a) acoplamiento de campo eléctrico, (b) acoplamiento de campo magnético, y (c) radiador de ranuras;

Las **FIGURAS 5C y 5D** ilustran una realización a modo de ejemplo de un ensamblaje de extremo para terminar la guía de onda, que incluye una transición de coaxial a guía de onda;

La **FIGURA 5E** muestra un procedimiento de uso de dos modos de transmisión simultánea diferentes en la misma guía de onda;

La **FIGURA 6** ilustra un acoplador de señales de campo eléctrico a modo de ejemplo para acoplar señales inalámbricas fuera de una guía de onda;

La **FIGURA 7** ilustra un acoplador de señales de campo magnético a modo de ejemplo para acoplar señales inalámbricas fuera de una guía de onda;

Las **FIGURAS 8A a 8C** ilustran respectivamente vistas ensambladas y en despiece ordenado de una realización a modo de ejemplo para conectar secciones de guía de onda;

Las **FIGURA 9A y 9B** ilustran respectivamente realizaciones alternativas para formar guía de onda usando lámina metalizada dentro una forma prefijada, o utilizando tubería internamente metalizada para formar una guía de onda útil;

Las **FIGURAS 10A a 10C** ilustran respectivamente un sistema de guía de onda a modo de ejemplo y señal motorizada asociada para implementar una realización alternativa del sistema de guía de onda que es selectivamente configurable por medio de control remoto;

La **FIGURA 10D** ilustra conceptos aquí desvelados que se incorporan en, y combinados con, la función de un sistema de extinción del fuego, como puede encontrarse en edificios comerciales, industriales, privados y gubernamentales;

La **FIGURA 11** ilustra una realización a modo de ejemplo para formar secciones de guía de onda de hoja de metal o material de plástico;

La **FIGURA 12** ilustra una realización a modo de ejemplo que usa sujeciones para ensamblar la guía de onda conectando mecánicamente y eléctricamente dos secciones de guía de onda completadas;

La **FIGURA 13** ilustra una realización a modo de ejemplo para ensamblar la mitad de secciones de guía de onda usando un soldador de resistencia continua, para formar secciones de guía de onda acabadas continuas;

Las **FIGURAS 14 a 16** proporcionan gráficas de datos de prueba tomados de un sistema de prueba a modo de ejemplo que demuestra los resultados de uso de la materia desvelada.

#### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES ESPECÍFICAS**

La materia desvelada incluye diversas realizaciones de un sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda mostrado en los dibujos enumerados anteriormente, en los que números de referencia similares designan partes similares y ensamblajes en varias vistas. Referencia a diversas realizaciones no limitan el alcance de la materia reivindicada.

Los términos “inalámbrico” y “radio” se usan sinónimamente en toda la descripción detallada para referirse generalmente a cualquier forma de comunicación por señales de radio inalámbrica, es decir, señal de radio en cualquier frecuencia aplicable, a menos que se indique un esquema de comunicación específico y/o se indique frecuencia (tal como IEEE 802.11b, Bluetooth, etc.).

#### **SISTEMA DE GUÍA DE ONDA**

La **FIGURA 1** ilustra una realización a modo de ejemplo de un sistema **10** de distribución inalámbrica basado en guía de onda configurado según aspectos de la materia reivindicada en un intervalo de frecuencia de paso de banda predeterminado. El sistema **10** de distribución inalámbrica basado en guía de onda comprende una guía **11** de onda, que está compuesta por una o más secciones **12** de guía de onda con aberturas **24** y/o **54** y/o ranuras **28**, conectores **22** de sección, ensamblajes **14** y **16** de extremo y ensamblajes **30**, **52** y **34** auxiliares unidos.

La presente divulgación se concentra en la transmisión de energía de señales inalámbricas de una fuente de señal mediante la guía de onda para radiar dispositivos de comunicación inalámbrica, a través de espacio libre, y a una antena unida a un dispositivo receptor. Se entiende que el sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda operará bidireccionalmente, distribuyendo señales inalámbricas a, y recibiendo señales inalámbricas de, uno o más dispositivos de radio. Así, por ejemplo, antenas conectadas a acopladores de señal unidos a la guía **11** de onda, o radiadores de ranuras formados en la guía **11** de onda, operarán bidireccionalmente para la transmisión y recepción de señales inalámbricas.

La guía **11** de onda se forma conectando mecánicamente y eléctricamente secciones **12** de guía de onda juntas en tándem usando ensamblaje **22** de conectores de sección. Una o más secciones de guía de onda pueden incluir aberturas **24** y **54** de acoplador pre-formadas adaptadas para unir acopladores **52** ó **34** eléctricos o magnéticos, respectivamente, y/o pueden contener ranuras **28** de radiador. Realizaciones a modo de ejemplo para acoplar señales dentro y fuera de la guía **11** de onda se describen a propósito de las **FIGURAS 5A a 5E, 6 y 7**. Un conector de sección a modo de ejemplo para unir secciones **12** de guía de onda se describe a propósito de las **FIGURAS 8A a 8C**.

El sistema **10** de distribución inalámbrica basado en guía de onda y la guía **11** de onda mostrada en la **FIGURA 1** están configurados para la inyección/extracción de energía de señal en el ensamblaje **14** de extremo de la guía de

onda (designado el extremo de origen), terminando el ensamblaje **16** de extremo opuesto de la guía **11** de onda en una impedancia igual a la de la guía de onda. Según aspectos de la materia desvelada, la guía **11** de onda está configurada con puntos de unión (de antena) de carga predeterminada a lo largo de la guía de onda que emplean dispositivos de acoplador y circuito transformante de impedancia para el eficiente acoplamiento de señales inalámbricas de la guía **11** de onda. Configuraciones alternativas incluyen (a) configurar tanto los ensamblajes **14** y **16** de extremo de la guía de onda con terminación de impedancia adaptada y configurar una o más secciones de guía de onda intermedias para emplear inyección/extracción de señales, y (b) configurar tanto los ensamblajes **14** como **16** de extremo de guía de onda para la inyección/extracción señales usando diferentes frecuencias y filtros/combinadores apropiados, estando también cada extremo configurado para la terminación de impedancia adaptada en la frecuencia de señal inyectada de su extremo opuesto.

Un ensamblaje **14** de extremo de la guía de onda está instalado en el extremo de origen de la guía de onda e incluye un conector **20** coaxial. Las señales inalámbricas se presentan a, o se extraen de, la guía **11** de onda tal como por un ensamblaje **30** de la interfaz de señal conectado de su conector **42** coaxial al conector **20** coaxial del ensamblaje **14** de extremo de la guía de onda correspondiente, que incluye un cuarto de onda apropiado u otra sonda apropiada para la excitación de la guía de onda. Por ejemplo, el ensamblaje **30** de la interfaz de señal puede implementarse como un transmisor, receptor, transceptor, filtro, filtros, combinador, duplexor, amplificador, amplificadores, o cualquier combinación de estos, o cualquier otro dispositivo de radiofrecuencia pasiva o activa adaptada para la conexión de señales inalámbricas dentro y/o fuera de una guía **11** de onda. El ensamblaje **30** de la interfaz de señal puede conectarse directamente al conector coaxial **20** del ensamblaje **14** de extremo, o puede conectarse por otros medios tales como un cable coaxial adecuado o cualquier otro tipo de cable de señal adecuado. La información prevista para la distribución inalámbrica se acopla en el ensamblaje **30** de la interfaz de señal a un puerto **32** de salida, que puede tener una, o más de una, vías de señal.

Señales inalámbricas presentadas al ensamblaje **14** de extremo de la guía de onda se propagan mediante la guía **11** de onda, y se acoplan a sondas eléctricas o magnéticas conectadas a acopladores **52** ó **34** eléctricos o magnéticos, respectivamente. Los acopladores **52** ó **34** están unidos y se insertan en puntos **24** seleccionados a lo largo de la longitud de la guía **11** de onda. La salida de cualquier tipo de acoplador está a su vez conectada mediante circuito de adaptación de impedancias a una antena en su conector de salida, tanto directamente como mediante una línea de transmisión intermedia. Las señales en la guía **11** de onda también pueden transmitirse directamente al espacio libre mediante ranuras **28** de radiador de ejemplo. Como se describe adicionalmente a propósito de las **FIGURAS 5A y B**, para una realización preferida, al menos algunas de las secciones **12** de guía de onda incluyen aberturas **24** y **54** de acoplador pre-formadas o ranuras **28** de radiador. Estas aberturas pre-formadas están inicialmente cubiertas (tal como por una cinta adhesiva conductora) para mantener la integridad de señales de la guía **11** de onda si no se emplea acoplador o ranura en una localización de abertura a lo largo de la guía de onda. Los puntos de unión de la antena seleccionados en aberturas de acoplador y/o radiadores de ranuras están sin cubrir en localizaciones seleccionadas de secciones **12** de guía de onda durante la configuración o instalación del sistema para permitir la extracción/radiación de señales en localizaciones a lo largo de la guía **11** de onda. Las señales **26** radiadas por antenas **36**, y/o ranuras **28** de radiador, son recibidas y decodificadas por receptores **40** de radio.

Como se describe además en relación con la **FIGURA 5A a 5E** y **FIGURAS 6 y 7**, los acopladores **34** y **52** de señal se disponen en localizaciones seleccionadas a lo largo de la guía de onda y se usan principalmente para los fines de proporcionar un procedimiento de acoplamiento de una cantidad predeterminada de energía de la guía **11** de onda, mediante el uso de sondas de señal ajustables. También se proporciona la adaptación entre la impedancia de la sonda de un acoplador y la impedancia de la antena (normalmente 50 ohmios).

Todos los procedimientos de acoplamiento de señales **26** electromagnéticas dentro, y fuera, de la guía **11** de onda son ajustables en la amplitud de señales transmitidas a radios **40**, una antena **38** del cliente unida, que está localizada en la zona de recepción de cualquiera de las antenas **36**, o ranuras **28** de radiador.

La implementación específica de un sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda según la materia reivindicada en el presente documento, que incluye un plan de cobertura de antena/señal asociado, es una elección de diseño basada en las enseñanzas de la Descripción detallada y principios de diseño de la guía de onda conocidos. Las principales consideraciones de diseño son: (a) configuración de guía de onda (tal como sección transversal y su conductividad eléctrica interior), (b) selección/diseño de la antena, (c) colocación de la antena y (d) coeficientes de acoplamiento de señales (es decir, energía de la señal extraída de la guía de onda). Estas consideraciones de diseño representan compromisos de diseño interrelacionados entendidos por aquellos expertos en la materia.

Como se describe adicionalmente a propósito de las **FIGURAS 5A y 5B**, la configuración en sección transversal preferida para la guía **11** de onda es hueca con una sección transversal elíptica que contiene una superficie interna lisa altamente conductora. Esta configuración en sección transversal es una elección de diseño. Formas en sección transversal rectangular o circular, por ejemplo, se usan comúnmente para guía de onda y son aplicables, ya que son cualquier forma longitudinal de sección transversal coherente y dimensiones que soportarán la propagación de la guía de onda a las frecuencias de interés. Las consideraciones de la sección **12** de la guía de

onda incluyen paso de banda de frecuencia, eficiencia de propagación, robustez física, limitaciones/requisitos de instalación, y posibles consideraciones arquitectónicas/estéticas.

Las **FIGURAS 2A y 2B**, respectivamente, ilustran un plan de cobertura de antena/señal a modo de ejemplo en el contexto de tres oficinas y un área **112** de radio apantallada, en el que el elemento **74** estructural es un tejado o altura, y el elemento **96** estructural es un planta baja. La guía **11** de onda (de una sección transversal seleccionada) es guiada por el espacio **76** limitado por el techo **78** registrable y el elemento **74** estructural de tejado/suelo, y se muestra que entra en el área de localización **72** superior y que sale del área en la localización **84** superior. El sistema de guía de onda puede extenderse más allá de las localizaciones **72** ó **84** superiores en una cualquiera o ambas direcciones, terminando por último lugar en los extremos de guía de onda tal como se muestra en la **FIGURA 1**.

El volumen de aire **76** encima del techo **78** registrable es un espacio de plenum, que normalmente se usa para el retorno en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (CVAA). Está frecuentemente sometido a restricciones sobre los tipos de materiales que pueden colocarse en este tipo de área debido a la toxicidad de ciertos gases que pueden desprenderse de sustancias llameantes o inflamables que puede ser perjudiciales para los ocupantes humanos del edificio durante la aparición de un fuego o cableado sobrecalentado en el espacio de plenum. Realizaciones del sistema de guía de onda de la presente divulgación son adaptables para el cumplimiento con los requisitos de reglamentaciones contra incendios y de seguridad, ya que se refieren a los espacios de plenum de CVAA. Todo el ensamblaje **11** de la guía de onda puede construirse con metal, excepto para los aislantes usados en conectores **20** coaxiales y acopladores **52** y **34** de señal, todos los cuales pueden construirse usando volúmenes muy pequeños de materiales aislantes clasificados para plenum.

La guía **11** de onda puede guiarse por paredes existentes u otros elementos estructurales tales como paredes **80** ignífugas. Alternativamente, la guía **11** de onda puede terminar en un lado de una pared (tal como en un ensamblaje **16** de extremo de terminación mostrado en la **FIGURA 1**), y luego conectarse a un cable coaxial adecuado, que puede ser clasificado para plenum, si fuera necesario, que es guiado por la pared, y posteriormente conectarse a un ensamblaje **14** de extremo de origen de otra sección de guía de onda sobre el otro lado de la pared.

Para una instalación de guía de onda dada, el plan de cobertura de la antena/señal se determina por consideraciones de diseño rutinarias basadas en ganancias y patrones de la antena, colocación de antenas y coeficientes de acoplamiento de señales. Todos estos factores se combinan para proporcionar los niveles de señal deseados en áreas de usuarios designadas. El plan de cobertura de la antena/señal ilustrado en las **FIGURAS 2A y B** proporciona un perfil de distribución de señales (iluminación del suelo mostrada en la Figura 2B) con zonas **104** y **110** de señales (incluyendo la zona **108** de señales de solapamiento) para las tres oficinas, y cobertura de zona de señales separada en el área **112** de radio apantallada.

Así, las tres oficinas están cubiertas por dos antenas/acopladores **36A** y **36B**, estando la antena **36A** orientada para proporcionar cobertura primaria para dos salas, produciendo cobertura completa para las tres habitaciones con la zona **108** de señales de solapamiento. Las antenas/acopladores **36A** y **36B** emplean acopladores de señal, tales como **34** y **52** mostrados en la **FIGURA 1** que se tratan en mayor detalle a propósito de las **FIGURAS 5A a 5D** y la **FIGURA 6 y 7**. Acoplan energía de señal de la guía **11** de onda basada en el coeficiente de acoplamiento de señales requerido para cada área.

Las antenas/acopladores **36A** y **36B** radian a un nivel de señal preseleccionado fijado por cada coeficiente de acoplamiento de señales y el diseño de la antena, que ilumina zonas **104** y **110** de señal respectivas mediante el techo **78** registrable, que ni absorbe ni refleja cantidades significativas de energía de microondas.

El área **112** de radio apantallada, definida por paredes **92** cubiertas de metal y techo **86** cubierto de metal, representa obstrucciones de radiofrecuencia apantallada que se encuentran frecuentemente en estructuras que contienen, por ejemplo, cámaras frigoríficas en áreas de almacenamiento de alimentos, salas de radiología en instalaciones médicas y secciones de edificios que usan revestimiento de metal y paneles de metal en la construcción de paredes. Una realización a modo de ejemplo para cubrir este tipo de área **112** de radio apantallada usa un cable **90** coaxial conectado a un acoplador **83**, y guiado por un orificio **82** en el techo **86** de metal, y luego conectado a una antena **94** que ilumina el área de radio apantallada.

Las antenas/acopladores **36A** y **36B** puede ser cualquier dispositivo radiante y de acoplamiento que satisfará las consideraciones de diseño para la intensidad de señal y el patrón de cobertura de la zona de señales tridimensional para iluminar un área designada, y que pueden necesitar cumplir códigos de edificación, reglamentaciones, limitaciones medioambientales y estética impuestos por los propietarios de cada oficina, escuela, instalación gubernamental, fábrica, almacén, estructura residencial u otra en la que se instalan.

Como alternativa a las configuraciones de antena/acoplador ilustradas como antenas **36A** y **36B** puede usarse una ranura radiante (tal como la ranura **28** radiante ilustrada en la **FIGURA 1**), que actúa de antena, por ejemplo, en aplicaciones en las que el patrón radiado menos enfocado de un radiador de ranuras es suficiente para cubrir el área prevista. La cantidad de señal acoplada fuera de la guía de onda puede variarse ajustando las dimensiones eficaces

de una ranura pre-instalada como se describe, por ejemplo, en **132** y **134** en la **FIGURA 3B**.

Se observa que las paredes **98** del edificio internas son relativamente transparentes a la radiación de antenas/acopladores **36A** y **36B** y permiten la penetración de señales que son esencialmente ortogonalmente incidentes sobre estas paredes. Este efecto es debido a que la construcción de edificios está compuesta de montantes de madera o metal, en paredes típicas, que están cubiertos de materiales de pared secos (tablaroca) que, cuando se aproximan a un ángulo recto en una dimensión, como se representa, permiten el paso de energía de microondas con atenuación o reflexión de señales resultante de baja a moderada. Dos o más salas en una estructura pueden iluminarse por señales microondas usando este procedimiento en la aplicación de la tecnología en esta presente divulgación.

El procedimiento representado de iluminar zonas de señales usando radiadores superiores en estructuras elimina los muchos problemas relacionados experimentados por las actuales instalaciones de radio de un solo punto que se basan en una, o incluso varias, antenas receptoras co-localizadas para intentar recuperar señales de radio que han sufrido una amplia degradación de la señal debido a absorción y reflexiones de múltiples vías de montantes de metal, mobiliario, maquinaria, personas (tanto quietas como en movimiento) y equipo dentro de instalaciones típicas. El sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda de la presente divulgación permite la aplicación de intensidad de señal prefijada de selección en cada zona de señales designada y ofrece la ventaja adicional de baja degradación de la calidad de la señal debido a distorsión de retardo de envolvente reducida causada por múltiples reflexiones. El sistema también permite áreas enormemente expandidas de cobertura, con señales de intensidad de señales, coherencia, calidad mejoradas y garantías de velocidad de datos para los dispositivos de radio del cliente en las áreas urbanizadas. Señales excesivas que puedan producir interferencia con otros receptores fuera de un área prevista también son enormemente reducidas y permiten la coexistencia de tales servicios próximos, por ejemplo, como IEEE 802.11b/g con Bluetooth o ZigBee.

Las **FIGURAS 3A** y **3B** ilustran respectivamente realizaciones alternativas para integrar la guía **11** de onda en estructuras arquitectónicas según aspectos de la presente divulgación. La **FIGURA 3A** muestra la superficie **120** horizontal y la superficie **122** vertical que representan un encuentro típico de superficies arquitectónicas en un edificio. La guía **11** de onda está encerrada en una moldura **124** de cubierta estética de ejemplo dispuesta en la intersección de estas superficies. La antena **126**, ilustrada aquí como una antena de dipolo que puede acoplarse a la guía **11** de onda mediante un acoplador **52** ó **34** de antena, y puede usarse para radiar señal **26** a la antena **38** del cliente de radio **40**. Un procedimiento de radiador de guía de onda también puede comprender análogamente una ranura **28** de radiador, en cuyo caso cualquier material que cubre la guía **11** de onda debe ser transparente, o casi, a la energía de microondas.

La **FIGURA 3B** representa la sección **12** de guía de onda configurada como un pasamanos, unido a postes **142** de soporte verticales por sujeciones **134** y **136**. Las ranuras **28** de radiador se muestran en dos de muchas posiciones posibles. Como las ranuras **28** de radiador penetrarán necesariamente en la pared de la guía de onda (pasamanos), puede cubrirse con material de revestimiento, tal como plástico, que sellará la guía de onda de la intrusión de humedad y objetos perjudiciales. Se requiere que el material de cubierta tenga baja atenuación para señales que salen de la guía de onda. El tamaño de las ranuras puede ser tanto de dimensiones fijas como ajustables en el campo para acomodar la variación en la cantidad y dirección del nivel de señal radiante de la guía de onda en esa posición. La sujeción **134** de doble uso es un procedimiento alternativo de sujetar mecánicamente la guía **11** de onda al poste **142** de soporte, e incorpora una ranura **132** de radiador variable, que se usa para ajustar la cantidad de radiación de la sección **12** de guía de onda variando una o más dimensiones de la ranura **132**.

La **FIGURA 3C** es una variante de **3B** que ilustra la guía **11** de onda usada como un pasamanos montado sobre la pared **140**, con ranura **128** de radiador. Las ranuras **28**, **128** y **132** de radiador se comunican todas con la radio **40** mediante señales **26** de radiación a la antena **38** del cliente. Elementos de cada diseño pueden intercambiarse entre **3B** y **3C** para aplicaciones particulares.

Las **FIGURAS 3D** y **3E** ilustran realizaciones del sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda adaptado para instalación con, o integración en, una bandeja portadora normalmente encontrada en espacios superiores en oficinas y sitios industriales. La bandeja **121** normalmente soporta cables, tuberías o conductos **123**. Con referencia a la **FIGURA 3D**, guías **125**, **127** y **129** de onda a modo de ejemplo están unidas a la bandeja **121**. Combinando la bandeja **121** portadora de cables/tuberías/conductos con uno o más elementos de guía de onda, la estructura compuesta permite una instalación multifunción más simple en la que cables, tuberías o conductos pueden instalarse junto con la guía de onda que va a usarse como parte de un sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda según aspectos de la materia desvelada.

Las antenas **36** se acoplan mediante acopladores **52** ó **34** de señal a guías **125**, **127** y **129** de onda en localizaciones preseleccionadas a lo largo de la guía de onda para la extracción/acoplamiento de energía de las guías **125**, **127** y **129** de onda que pueden ser de cualquier forma en sección transversal que soportarán la propagación de la guía de onda. Para cada antena **36**, el acoplador **52** de señal eléctrico de ejemplo se conecta con el conector **44** de antena, acoplando una cantidad predeterminada de energía de señal de una guía de onda anteriormente mencionada a la antena **36** que va a radiarse según el plan de cobertura de la antena/señal elegido.

Los radiadores de ranuras en las guías **125**, **127** y **129** de onda también pueden usarse para realizar la misma función.

La **FIGURA 3E** ilustra una bandeja **124** portadora que incluye uno o más elementos **131** y **133** de guía de onda de ejemplo integrados con (fabricados como parte de) los elementos **131** y **133** de guía de onda de la estructura de bandeja pueden ser de cualquier forma en sección transversal que soportarán la propagación de la guía de onda. Como en la **FIGURA 3D**, los acopladores **52** ó **34** de señal pueden usarse para la eficaz extracción de energía de elementos **131** y/o **133** de guía de onda, para la radiación por antenas **36**. Alternativamente, los radiadores de ranuras pueden usarse en lugar de acopladores **52** eléctricos/antenas **36** o acopladores **34** de señal magnética/antenas **36**.

Las **FIGURAS 4A**, **4B** y **4C** ilustran realizaciones alternativas para combinar sistemas de distribución de guía de onda separados para dos o más esquemas de comunicaciones diferentes que operan en diferentes bandas de frecuencias, tales como IEEE 802.11a y XM Radio. Las **FIGURAS 4A** y **4B** muestran secciones transversales de guía **150** de onda mayor y guía **152** de onda relativamente más pequeña que operan a diferentes frecuencias de paso de banda cuando se usan en sus modos de operación fundamentales. Muchos grupos de frecuencias pueden acomodarse usando este esquema y combinando grupos de frecuencia aplicables en cada guía de onda usando tecnología de combinador/duplexor de RF. Las guías **150** y **152** de onda pueden fabricarse juntas en un procedimiento, tal como por extrusión de metal o plástico, o pueden prepararse por separado, y luego unirse mecánicamente juntas. Las superficies internas de guías **150** y **152** de onda están compuestas de una superficie conductora lisa tal como cobre, plata, aluminio u oro.

La **FIGURA 4C** ilustra un procedimiento a modo de ejemplo de encerrar dos guías **150** y **152** de onda en un recinto **155** común. Los puertos **160** de conexión de la guía de onda para la conexión con antenas externas pueden sacarse de acopladores de señal (no mostrados) unidos a las guías **150** y **152** de onda. Alternativamente, el recinto **155** puede orientarse para permitir ranuras que radian a través de su pared, que, en este caso, estaría hecho de un material que no inhibe significativamente el paso de energía de microondas, tal como un material de plástico o cerámico adecuado. Como otra alternativa, la ranura **156** de radiador puede ser un orificio en una versión metálica del recinto **155** localizado adyacente a una ranura radiante interna (no mostrada) en, por ejemplo, la guía **150** de onda, y hecha suficientemente grande para no distorsionar significativamente las características del patrón de campo radiado del radiador de ranuras interno.

## **GUÍA DE ONDA Y EXTRACCIÓN DE SEÑAL**

Las **FIGURAS 5A** a **5E** ilustran realizaciones a modo de ejemplo para acoplar energía de señal fuera de la sección **12** de guía de onda usando acopladores **34** y **52** de señal, como se ilustra en la **FIGURA 1**. Preferentemente, las secciones **12** de guía de onda se unen juntas para formar una guía **11** de onda. Las **FIGURAS 6** y **7** ilustran respectivamente realizaciones preferidas para dos tipos de acopladores - eléctricos y magnéticos, respectivamente.

Con referencia a la **FIGURA 5B**, para una realización preferida, la sección **12** de guía de onda es hueca con una sección transversal elíptica, fabricada de cualquier material que contendrá y propagará eficientemente energía de radiofrecuencia. La sección **12** de guía de onda elíptica, por ejemplo, puede fabricarse de metal o plástico por extrusión, estirado o modificación de una forma precursora, o cualquier otro medio, para obtener dimensiones y relaciones adecuadas en su sección transversal final para propagar eficientemente la energía de microondas. La superficie interna de la guía de onda resultante debe ser una superficie altamente conductora lisa tal como una superficie metálica de cobre, aluminio, plata u oro. Los extremos de cada sección **12** de guía de onda se forman para permitir la unión borde a borde complementaria, tanto con otras secciones **12** de guía de onda como ensamblajes **18** de la cubierta de los extremos de la guía de onda en las **FIGURAS 5C** y **5D** que están hechas para ajustarse sobre el exterior del extremo de la sección **12** de guía de onda.

Otros procedimientos de fabricación de la sección **12** de guía de onda incluyen revestir o recubrir la superficie interna de una forma longitudinal de plástico o metálica seleccionada con un material altamente conductor tal como cobre, aluminio, plata u oro, como se representa por los recubrimientos **314** y **320** en las **FIGURAS 9A** y **9B**. Si se usa este procedimiento, la acomodación puede hacerse para conectar directamente los conductores de acopladores **34** y **52** de señal y ensamblajes **14** ó **16** de extremo a recubrimientos **314** y **320** continuando las superficies conductoras internas sobre las caras de los extremos de las secciones **12** de guía de onda.

La especificación de la guía de onda para una implementación dada de los principios de la presente divulgación es una elección de diseño basada en los compromisos de diseño de una aplicación particular, que incluyen el uso de otras configuraciones de la sección transversal de guía de onda hueca, tal como rectangular o circular, o el uso de guía de onda que no es hueca.

Todas las formas de la guía de onda hueca pueden operarse en más de un modo de transmisión. La presente realización puede operarse simultáneamente en uno o más de estos modos tales como, si la guía de onda es de sección transversal elíptica, tanto los modos eH<sub>11</sub> como oH<sub>11</sub> pueden usarse por aquellos intervalos de frecuencia

que se propagarán eficientemente por estos modos. Preferentemente, las dimensiones de la guía de onda elíptica se elegirán para separar grupos de frecuencias que se aplicarán a cada uno de los dos modos. La frecuencia de corte del modo oH11, por ejemplo, puede elegirse para ser superior a la mayor frecuencia usada en un modo de eH11 concurrente separado. Si la sección transversal de guía de onda elegida es elíptica, y solo va a propagarse un grupo de frecuencia, entonces se prefiere la operación en el modo eH11.

Con referencia a las **FIGURAS 5A y 5B** para la sección **12** de guía de onda, la extracción de señal se realiza preferentemente usando acopladores **34** y **52** de señal unidos a la guía de onda y/o las señales pueden extraerse por una o más ranuras **28** de radiador formadas en la guía de onda. Estos acopladores de señal y/o ranuras se localizan en puntos de selección previamente posicionados o después de la fabricación a lo largo de la guía **12** de onda para establecer un perfil de distribución de señal inalámbrica deseada como se ilustra, por ejemplo, en las **FIGURAS 2A y 2B**. Realizaciones preferidas de acopladores **34** y **52** de señal se describen a propósito de las **FIGURAS 6 y 7**.

Como se muestra en la **FIGURA 5B**, el acoplador **52** de señal eléctrica se inserta en la abertura **24** de acoplador preferentemente previamente formada localizada en la cara ancha de la sección **12** de guía de onda elíptica, o el acoplador **34** de señal magnética se inserta en la abertura **54** de acoplador preferentemente previamente formada en la cara estrecha de la sección **12** de guía de onda para permitir la operación de cada uno en el modo de guía de onda eH11 preferido. La posición preferida para una abertura será normalmente a lo largo de la línea central de una cara de la guía de onda; sin embargo, desviaciones de la posición de la línea central son posibles y pueden ser deseables en algunas aplicaciones. El acoplador **52** de señal eléctrica y el acoplador **34** de señal magnética pueden prefijarse en su coeficiente de acoplamiento en el momento de la fabricación, o pueden ajustarse en el campo para cumplir los requisitos de una aplicación particular.

Las disposiciones de la sonda representadas en la **FIGURA 5A** suponen el empleo del modo de guía de onda elíptica eH11. Cualquier sonda, cuando se usa en las posiciones representadas, excitará el modo eH11. Si se usa otro modo, tal como el modo oH11, por ejemplo, la posición de los dos tipos de sondas mostrada en la **FIGURA 5A** debe invertirse. Pueden elegirse otros modos que son soportados por una guía de onda particular, tales como operación de "varios modos" en la que se emplea una frecuencia significativamente superior a la frecuencia de corte (inferior) natural de la guía de onda. La operación de varios modos puede necesitar la adición de dispositivos de supresión del modo, tales como vanos, dentro de la guía de onda.

Como se describe adicionalmente a propósito de la **FIGURA 6**, el coeficiente de acoplamiento del acoplador **52** de señal eléctrica puede variarse controlando la profundidad de inserción de la sonda **210** eléctrica en la sección **12** de guía de onda. Como se describe adicionalmente a propósito de la **FIGURA 7**, el coeficiente de acoplamiento del acoplador **34** de señal magnética puede ajustarse cambiando el área del bucle **268** de muestreo, y/o girando **268** alrededor de su eje, presentando así la máxima área del bucle **268** de sonda de las líneas de campo magnético ortogonales de señales en la sección **12** de guía de onda.

La **FIGURA 5B** muestra la sección **12** de guía de onda con dos ranuras **28** de radiador de ejemplo, la abertura **24** de acoplador para el acoplador **52** de señal eléctrica y la abertura **54** de acoplador para el acoplador **34** de señal magnética. Todas las aberturas (orificios) para la sección **12** de guía de onda pueden cubrirse de material **170** conductor antes de usarse en el campo. Puede emplearse un medio mecánico de aseguramiento del material **170** conductor, o **170** puede asegurarse con un material adhesivo adecuado que permitirá que **170** aparezca eléctricamente como una parte de una pared continua de la sección **12** de guía de onda y el material **170** no perturbará significativamente la propagación de señales dentro de la guía de onda cuando el material **170** conductor esté en su sitio.

Las **FIGURAS 5C y 5D** ilustran ensamblajes **14** ó **16** del extremo, que proporcionan transiciones de coaxiales a la guía de onda en el extremo de la guía **11** de onda. El conector **20** coaxial está sujeto a la cubierta **18** de extremo con conexión **174** a tierra eléctrica y mecánica. El conductor central del conector **20** coaxial está unido dentro del ensamblaje del extremo a una sonda **21**, que está separada aproximadamente un cuarto de longitud de onda, a la frecuencia de operación, del extremo **178** reflectante del ensamblaje del extremo. La sonda **21** tiene preferentemente aproximadamente 0,02 longitudes de onda de diámetro y aproximadamente un cuarto de longitud de onda de longitud a la frecuencia de operación deseada, pero puede ser de mayor o menor diámetro para algunas aplicaciones y se elige para adaptación de impedancias óptima de la sonda con la guía de onda. Se obtiene máxima eficiencia de transferencia de energía de la guía **11** de onda a la sonda **21** ajustando la distancia de la sonda **21** del extremo **178** reflectante, a la vez que se ajusta simultáneamente la longitud de la sonda **21** dentro del ensamblaje del extremo.

La circunferencia de la forma de la sección transversal de los ensamblajes **14** ó **16** de extremo puede configurarse para ser ligeramente mayor que la forma de la sección transversal de las secciones **12** de guía de onda para permitir que la cubierta **18** de extremo se ajuste por deslizamiento sobre la sección **12** de guía de onda y haga buen contacto mecánico y eléctrico. La cubierta **18** de extremo se construye preferentemente a partir de un metal altamente conductor, con un espesor de pared que es tan delgado como sea posible para reducir el coste de fabricación, pero con intensidad adecuada para soportar su forma prevista. Las ranuras **175** de alivio proporcionan

un procedimiento de reducir ligeramente la circunferencia del labio de ensamblaje cuando se coloca sobre el extremo de la sección **12** de guía de onda y se comprime para permitir buen contacto eléctrico y mecánico de la cubierta **18** de extremo con la sección **12** de guía de onda. La cubierta **18** de extremo puede retenerse en su sitio y ponerse en buen contacto eléctrico con la sección **12** de guía de onda usando una correa mecánica envolvente alrededor de la guía de onda y la cubierta **18** de extremo, o usando cualquier otro dispositivo de sujeción apropiado. Otra forma de la sección transversal aceptable para la cubierta **18** de extremo es una que adapta la forma y dimensiones de los extremo de la sección **12** de guía de onda. En ese caso, la cubierta **18** de extremo se uniría a la sección **12** de guía de onda con un procedimiento de conector mecánico y de abrazadera, tal como uno similar al mostrado en la **FIGURA 8C**.

La superficie **179** interna de la cubierta **18** de extremo es un material altamente conductor, tal como cobre, aluminio, plata u oro que tiene un espesor preferido superior a aproximadamente cinco veces la profundidad de la piel para la conductividad de radiofrecuencia eficaz a la frecuencia de operación más baja para minimizar la disipación de potencia dentro de los ensamblajes **14** ó **16** de guía de onda.

La **FIGURA 5E** muestra una realización alternativa en la que la sección **12** de guía de onda está configurada para inserción y extracción simultánea de dos grupos separados de frecuencias, F1 y F2. Se insertan acopladores **52** de señal eléctrica sustancialmente idénticos ortogonalmente en las líneas medias de las caras de los dos ejes en una guía de onda elíptica. Aunque puede usarse el mismo grupo de frecuencias, se prefiere que los dos grupos de frecuencias representen bandas de frecuencia separadas para minimizar un posible conflicto en los modos (salto de modos) de acoplamiento de un eje al otro. La separación de bandas de frecuencia puede potenciarse por la apropiada selección de las dimensiones del tipo de guía de onda elegido, como se describe en la bibliografía técnica. Opcionalmente, los acopladores **34** de señal magnética pueden sustituirse por acopladores **52** de señal eléctrica para ambos ejes en la **FIGURA 5E**. Si se usan dos modos simultáneos, entonces los ensamblajes **14** y **16** de extremo también deben ajustarse con una sonda ortogonal adicional, como se muestra en la **FIGURA 5D**, que permitirá la propagación y terminación del segundo modo. Esta segunda sonda **173** tiene las mismas características que la sonda **21**, y debe posicionarse, preferentemente, en una abertura a lo largo de la línea central de la cara y está posicionada de tal forma que sea preferentemente aproximadamente tres cuartos de una longitud de onda alejada de la sonda **21** y distal al extremo de la guía de onda.

#### **ACOPLADORES DE SEÑAL**

La **FIGURA 6** ilustra un acoplador de señal eléctrica preferido para acoplar señales inalámbricas fuera, y dentro, de la sección **12** de guía de onda. El acoplador **52** de señal eléctrica está compuesto por cuatro secciones: **48**, **216**, **218** y **220**.

La sección **48** comprende un aspecto de puerto de salida de conector coaxial y está compuesta por manguito **186** de puesta a tierra roscado, espaciador **184** aislante y conductor **182** central. El conector **48** coaxial y sus configuraciones coaxiales análogas pueden diseñarse opcionalmente para aparearse con cualquier conector coaxial estándar o no estándar de cualquier impedancia apropiada, y puede ser macho, hembra o hermafrodita. Los parámetros de tamaño del diámetro externo del conductor **182** central, el diámetro interno del manguito **186** de puesta a tierra y la constante dieléctrica relativa del espaciador **184** dieléctrico determinan la impedancia del conector, y representan elecciones basadas en fórmulas conocidas y criterios de diseño. El conector **48** coaxial puede eliminarse si la sección **216** se conecta directamente al sistema de alimentación de una antena.

La extracción de energía del campo eléctrico de una guía de onda implica controlar la profundidad de una sonda insertada en la guía de onda. Preferentemente, la cantidad de perturbación a los campos en la guía de onda producidos por una sonda insertada debe minimizarse, a la vez que se extrae una cantidad predeterminada de potencia de señal. Se conoce en la técnica que la cantidad de potencia de señal extraída por una sonda eléctrica insertada en una guía de onda es generalmente proporcional a la longitud de la sonda insertada en y paralela al área de máximo campo eléctrico en la guía de onda. Si va a acoplarse menos de una cantidad de energía máxima fuera de la guía de onda, puede usarse una sonda con una longitud inferior a un cuarto de longitud de onda. Considerando una sonda de menos de un cuarto de longitud de onda como una antena corta se reconoce que una sonda corta es una adaptación de impedancias muy pobre con una impedancia coaxial deseable estándar, tal como 50 ohmios.

Con respecto al acoplador **52** de señal eléctrica en la **FIGURA 6**, la sonda **210** está configurada como un tornillo que puede extenderse en el interior de la sección **12** de guía de onda una cantidad ajustable durante la fabricación, instalación o configuración de un sistema de guía de onda. Si no se realizaron adaptaciones de impedancias, una sonda insertada en una guía de onda necesitaría ser de longitud excesiva para acoplar suficiente energía de la sonda a una carga no reactiva estándar desajustada. Longitudes de onda excesivas insertadas en la guía de onda presentarán reactancia no deseada dentro de la guía de onda que pueden producir reflexiones perjudiciales en la guía de onda y pueden limitar la cantidad total de potencia extraída del sistema de guía de onda, y también pueden producir variaciones excesivas no deseadas en la respuesta de amplitud de la guía de onda a través de la banda de frecuencias empleada. Por ejemplo, una sonda corta de aproximadamente 0,1 de longitud de onda dispuesta encima de un plano de puesta a tierra conductor, tal como el interior de la sección **12** de guía de onda, tiene una impedancia en el punto de alimentación que presenta un componente resistivo en el intervalo de

algunos ohmios, y un componente de reactancia capacitiva de varios cientos de ohmios. La eficiencia de transferencia de potencia de una impedancia sin corregir en este intervalo a una carga de 50 ohm estándar sería muy baja.

El fin de las secciones **216**, **218** y los elementos **208** y **230** opcionales es transformar y corregir la impedancia de la sonda **210** insertada a una impedancia estándar, tal como 50 ohmios, o cualquier otra impedancia estándar, para la salida al conector **48** coaxial, para maximizar la transferencia de potencia de la sonda **210** mínimamente insertada a la carga conectada a la salida del acoplador de señal. El acoplador **52** de señal eléctrica ofrece un diseño único para acoplar eficientemente energía de una guía de onda.

Trazando el flujo de señal de una fuente externa mediante el acoplador **52** de señal eléctrica, el voltaje de señal hace primero hincapié en el conductor **182** central del conector **48** coaxial, que está a su vez conectado a un conductor **192** central hueco. El conector **48** coaxial, y sus configuraciones coaxiales análogas, pueden aparearse con cualquier conector coaxial estándar o no estándar, de cualquier impedancia apropiada. El manguito **188** de puesta a tierra rodea el conductor **192** central coaxial hueco que está rodeado por el dieléctrico **190**, que puede ser cualquier dieléctrico adecuado que tenga una constante dieléctrica adecuada y bajas pérdidas por disipación a la frecuencia de operación deseada. La sección **216** forma un cuarto de línea de transmisión de onda a la frecuencia de operación deseada y se calcula para tener una impedancia característica apropiada más baja que la impedancia de carga a la que el acoplador **52** de señal eléctrica está conectado mediante un conector **48** coaxial. La sección **218** es una sección de cuarto de onda adicional que es menor en impedancia que la sección **216**. La menor impedancia de la sección **218** se lleva a cabo aumentando el diámetro del conductor **200** central y/o rodeando el conductor **200** central con material **198** dieléctrico que tiene una elevada constante dieléctrica relativa y bajo factor de disipación a la frecuencia deseada. Si se usa un aislante con una mayor constante dieléctrica relativa, el factor de velocidad de la sección **218** disminuye, produciendo una sección **218** físicamente más corta, como se muestra en esta configuración de ejemplo.

Así, consideradas en común, las secciones **216** y **218** forman un transformador de impedancia de cuarto de onda de dos etapas en, y próximo a, la frecuencia de operación deseada. El conductor **192** central rodea el tornillo que forma la sonda **210**, que se retiene dentro del conductor **192** central por un espaciador/contacto **194** de metal que está en contacto eléctrico y mecánico con la superficie interna del conductor **192** central. El espacio entre la parte inferior del área **202** y la parte inferior del espaciador/contacto **194** forma el volumen interno de una sección cortocircuitada de línea de transmisión coaxial que es de longitud variable, pero menos de un cuarto de longitud de onda a la frecuencia de operación.

Como la impedancia de una línea de transmisión cortocircuitada de menos de un cuarto de longitud de onda es inductora y es proporcional al producto de la tangente del ángulo eléctrico de la línea física y la impedancia característica de la línea coaxial, la impedancia formada por la sección interna de la sonda **210** y la superficie interna del conductor **192** central es una reactancia inductora variable añadida a la impedancia que examina el acoplador **52** de señal eléctrica del interior de la sección **12** de guía de onda. Esta inductancia está en serie con, y se usa para anular, la alta reactancia capacitiva presentada por la corta longitud de la sonda que se inserta en la sección **12** de guía de onda. Mirando la carga de salida, las secciones **218** y **216** transforman la baja resistencia de la sonda, cuya reactancia se ha anulado, en una impedancia poco reactiva de mayor resistencia estándar con el fin de máxima transferencia de potencia a la carga conectada al conector **48** coaxial.

El espaciador/contacto **194** está roscado en su centro para permitir que la sonda **210** suba o baje sobre las roscas de **210** con referencia a la superficie **204** interna de la sección **12** de guía de onda, mientras que el espaciador **194** es estacionario dentro de **192**, permitiendo la variación de la profundidad de penetración de la sonda **210** en la guía **12** de onda. El espaciador/contacto **194** también puede moverse dentro del conductor **192** central para permitir diferentes profundidades de penetración de la sonda en la sección **12** de guía de onda, mientras que quede en buen contacto eléctrico con el interior del conductor **192** central, que permite la óptima profundidad de inserción de la sonda, y adición concurrente de la reactancia inductora necesaria para desconectar la reactancia de la sonda capacitiva posicionando el espaciador/contacto **194** dentro del conductor **192** central, que cambia la longitud de la línea de transmisión encerrada.

Puede añadirse un cilindro **208** metálico opcional como función de capacitancia para aumentar el área superficial de la sonda **210**, reduciendo así adicionalmente la reactancia capacitiva de la sonda cuando se utilizan longitudes de sonda cortas. Asimismo, la unión **230** dieléctrica puede añadirse al cilindro **208**, para disminuir adicionalmente la capacitancia capacitiva de la sonda y obtener una adaptación de impedancias más próxima con perturbación reducida a los campos dentro la sección **12** de guía de onda cuando se requiere una sonda corta. La sonda **210** se construye preferentemente a partir de un material altamente conductor sobre su superficie, tal como cobre, plata, aluminio u oro. El espesor del material superficial de esta sonda debe ser preferentemente superior a cinco veces la profundidad de la piel para radiofrecuencia a la frecuencia de operación.

El collar **206** está unido mecánicamente y eléctricamente al manguito **188** de puesta a tierra como un medio de guiado del acoplador **52** de señal eléctrica a la abertura **24** de la pared **226** de guía de onda, y también proporciona una superficie de contacto de puesta a tierra para la parte inferior del acoplador **52** de señal eléctrica con la sección

**12** de guía de onda. El collar **206** puede tomar la forma de un componente mecánico preinstalado del acoplador **52** de señal eléctrica y/o puede ser parte de la abertura **24** en la pared **226** de la sección **12** de guía de onda.

El reborde **224** está mecánicamente y eléctricamente unido al manguito **188** de puesta a tierra en el punto **222** de unión. El reborde **224** pone en contacto la superficie **228** externa de la sección **12** de guía de onda y sirve de punto de compresión para conectar correas u otros procedimientos de sujeción del acoplador **52** de señal eléctrica a la sección **12** de guía de onda, y realiza ambos como parte de un mecanismo de montaje físico y como una puesta a tierra adecuada para la parte inferior del acoplador **52** de señal eléctrica en la superficie **228** externa de la sección **12** de guía de onda.

Aquellos expertos en la materia apreciarán numerosas optimizaciones de diseño rutinarias y otras posibles configuraciones para implementar el acoplador **52** de señal eléctrica, u otras realizaciones de un acoplador eléctrico usado para el uso general de acoplar la energía de señal fuera de una guía de onda. Por ejemplo, alcanzar una adaptación de impedancias deseada puede incluir usar ninguna, una o más de una sección de transformación de impedancia de cuarto de onda, o secciones de línea de transmisión distintas de longitudes de cuarto de longitud de onda en lugar de, o en combinación con, el procedimiento descrito de anulación de reactancia, o pueden emplear secciones de línea progresivas, o redes de constantes localizadas con el fin de la transformación y corrección de impedancia.

La **FIGURA 7** ilustra un acoplador **34** de señal magnética a modo de ejemplo para acoplar señales inalámbricas fuera, o dentro, de la sección **12** de guía de onda. El acoplador **34** de señal está compuesto por cuatro secciones: **49**, **274**, **276** y **278**.

La sección **49** comprende un puerto de salida de conector coaxial compuesto por el manguito **242** de puesta a tierra, espaciador **244** dieléctrico y conductor **246** central. El conector **49** coaxial, y sus configuraciones coaxiales análogas, pueden aparearse con cualquier conector coaxial estándar o no estándar, de cualquier impedancia apropiada, y puede ser macho, hembra o hermafrodita. Los parámetros de tamaño del diámetro externo del conductor **246** central, el diámetro interno del manguito **242** de puesta a tierra y la constante dieléctrica relativa del espaciador **244** determinan la impedancia del conector, y representan elecciones de diseño basándose en fórmulas conocidas y criterios de diseño. El conector **49** coaxial puede eliminarse si la sección **274** está conectada directamente al sistema de alimentación de una antena.

A continuación del conector **49** coaxial está la sección **274**, compuesta de un manguito **248** de puesta a tierra que rodea concéntricamente un conductor **254** central, que está rodeado de aislamiento **252**, que puede ser cualquier dieléctrico adecuado, que incluye aire, que tiene bajas pérdidas por disipación a la frecuencia de operación deseada. El conductor **254** central está internamente conectado a una rosca **262** mediante el espaciador **250** metálico. La rosca **262** está eléctricamente y mecánicamente conectada a un extremo de una sonda **268** de bucle magnético en **264**.

La sonda **268** de bucle del conductor se inserta en un área de campo magnético elevado en la sección **12** de guía de onda para inyectar o extraer energía de la guía de onda. Preferentemente, la cantidad de perturbación a los campos en la guía de onda producidos por una sonda de bucle del conductor insertada debe minimizarse. Se conoce en la técnica que la cantidad de potencia de señal extraída por una sonda magnética insertada en una guía de onda es generalmente proporcional a la cantidad de líneas de campo magnético interceptadas por el bucle, que se determina por el área del bucle y su orientación en el campo magnético de la guía de onda. Si va a acoplarse menos de una cantidad de energía máxima fuera de la guía de onda puede usarse una sonda de bucle con una pequeña área de la sección transversal. Una sonda de bucle de pequeña área de la sección transversal (inferior a aproximadamente 0,1 de longitud de onda de longitud del cable), cuando se considera una pequeña antena de bucle, es una adaptación de impedancias muy pobre con una impedancia coaxial deseable estándar tal como 50 ohmios.

La eficaz extracción de energía de la sección **12** de guía de onda requiere minimizar el área de la sección transversal de la sonda **268** de bucle del conductor para limitar la cantidad de perturbación a los campos electromagnéticos en la sección **12** de guía de onda, mientras que se extrae una cantidad predeterminada de potencia de la guía de onda. Si va a acoplarse menos de una cantidad de energía máxima fuera de la guía de onda, el área de la sección transversal presentada por la sonda **268** de bucle se reduce a un mínimo, mientras que todavía se acopla suficiente potencia fuera de la sección **12** de guía de onda.

La sonda **268** se construye preferentemente de un conductor que tiene un material altamente conductor sobre su superficie, tal como cobre, plata, aluminio u oro. El espesor del material superficial de esta sonda debe ser preferentemente superior a cinco veces la profundidad de la piel para radiofrecuencia a la frecuencia de operación. La impedancia de una versión pequeña de la sonda **268** es normalmente de baja resistencia (0,1 ohmios a algunos ohmios) y presenta reactancia inductora de hasta algunos cientos de ohmios. Se requiere la corrección y transformación de la impedancia para optimizar la transferencia de señal de una sonda **268** de bucle de pequeño tamaño insertada en la sección **12** de guía de onda. Para la máxima eficiencia de transferencia de potencia, la impedancia de la sonda **268** se corrige y se transforma a la impedancia de la carga conectada al conector **49** coaxial.

Si no se realiza la adaptación de impedancias, una sonda de bucle del conductor insertada en la sección **12** de guía de onda necesitaría ser de tamaño excesivo y formaría un bucle más grande que el necesario dentro de la guía de onda con el fin de acoplar suficiente potencia bajo condiciones no adaptadas de la sonda **268** de bucle del conductor con una carga no reactiva estándar tal como 50 ohmios. Una sonda **268** de bucle reactiva excesivamente grande insertada en la guía de onda también producirá reflexiones perjudiciales en la guía de onda y puede limitar la cantidad total de potencia extraída del sistema de guía de onda, y también puede producir excesivas variaciones en la respuesta de amplitud a través de la banda de frecuencias empleada.

La sonda **268** de bucle magnética se extiende ajustablemente dentro de la sección **12** de guía de onda, para aumentar seleccionablemente el área en sección transversal presentada por la sonda **268** de bucle al interior de la sección **12** de guía de onda en un área de campo magnético elevado dentro de la guía de onda. La rotación del acoplador **34** de señal magnética, como se representa por **270**, también puede usarse para ajustar la presente sonda **268** de bucle para orientarla variablemente al campo magnético dentro de la sección **12** de guía de onda para efectuar diferentes grados de acoplamiento de señal. Las secciones **276** y **274**, en común, transforman el componente de resistencia de baja radiación de la impedancia de la sonda de bucle insertada a 50 ohmios, o cualquier otra impedancia estándar deseada. La sección **274** forma una línea de transmisión coaxial de cuarto de onda a la frecuencia de operación deseada y se calcula para tener una impedancia característica más baja apropiada que la impedancia de carga con la que el acoplador **240** magnético está conectado al conector **49** coaxial. La sección **276** es una sección coaxial de cuarto de onda adicional que es menor en impedancia que la sección **274**. La menor impedancia de la sección **276**, en comparación con la sección **274**, se lleva a cabo aumentando el diámetro del conductor **254** central, como se representa por el área **260**, y/o rodeando **260** con material **256** dieléctrico que tiene una elevada constante dieléctrica relativa y bajo factor de disipación a la frecuencia deseada. Si se usa un material aislante de mayor constante dieléctrica relativa, el factor de velocidad de la sección **276** disminuye, produciendo una sección **276** físicamente más corta. Consideradas en común, las secciones **276** y **274** forman un transformador de impedancia coaxial de dos etapas. Las secciones **276** y **274** transforman la baja resistencia de la sonda a una impedancia estándar útil para máxima transferencia de potencia a la carga conectada al conector **49** coaxial.

El tornillo **262** se sujeta dentro del conductor **254** por un cilindro **250** de metal en contacto eléctrico y mecánico con la superficie interna de **254**. El espacio entre la parte inferior del cilindro **250** y la parte inferior del área **260** forma una sección cortocircuitada de una línea de transmisión coaxial que es de longitud variable entre un cuarto y mitad de longitud de onda a la frecuencia de operación. Como la impedancia de una línea de transmisión cortocircuitada de esta longitud de onda es capacitiva y es proporcional al producto de la tangente del ángulo eléctrico de la línea coaxial física y la impedancia característica de la línea coaxial, la impedancia formada por **262** y la superficie interna de **254** es una capacitancia variable añadida a la impedancia que examina el acoplador **52** de señal eléctrica desde el interior de la sección **12** de guía de onda. Esta capacitancia está en serie con, y se usa para anular, la reactancia inductora presentada por la sonda **268** de bucle del conductor.

El cilindro **250** forma un contacto deslizante dentro del conductor **254** central, que permite subir o bajar la rosca **262** con referencia a la parte inferior del área **260** que sirve para variar la longitud del bucle **268** del conductor en la sección **12** de guía de onda con el fin de fijar el área de la sección transversal de la sonda de bucle dentro de la guía de onda. El cilindro **250** puede moverse dentro del conductor **254** central mientras que siga en buen contacto eléctrico con el interior del conductor **254** central, permitiendo que la reactancia inductora de la sonda **268** de bucle se anule por la posición ajustada del cilindro **250** dentro del conductor **254**.

El collar **277** está unido mecánicamente y eléctricamente al manguito **248** de puesta a tierra del acoplador **34** de señal. Se usa como un medio de guiado del ensamblaje del acoplador por la pared **226** de la guía de onda, y proporciona un punto de contacto a tierra para la parte inferior del ensamblaje del acoplador a la sección **12** de guía de onda. El collar **277** pueden tomar la forma de un conector a tierra mecánico y eléctrico preinstalado del acoplador **34** de señal y/o puede ser parte de la abertura en la pared **226** de la sección **12** de guía de onda. El reborde **272** está mecánicamente y eléctricamente unido a la sonda **268** de bucle en el punto de unión **266**, y a la superficie **228** externa de la sección **12** de guía de onda, pero permite la rotación del ensamblaje **34** de acoplador antes del apriete final. El reborde **272** sirve de punto de compresión para retener correas o cualquier otro procedimiento de sujeción del acoplador **34** de señal a la sección **12** de guía de onda, actuando tanto de mecanismo de montaje como de puesta a tierra adecuada para la parte inferior del acoplador **34** de señal a la sección **12** de guía de onda en la superficie **228** externa de la guía de onda.

Aquellos expertos en la materia apreciarán numerosas posibles optimizaciones del diseño para implementar el acoplador **34** de señal de bucle del conductor, u otras realizaciones de este acoplador magnético, para el uso general de energía de señal de acoplamiento fuera de una guía de onda que es parte de este sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda. Alcanzar una adaptación de impedancias deseada puede incluir usar, por ejemplo, ninguna, una o más de una sección de impedancia de cuarto de onda, líneas de transmisión progresivas, una red de transformación de impedancia de constantes localizadas, o secciones de línea de transmisión de cualquier tipo de longitudes ajustadas en lugar de o en combinación con el procedimiento descrito de anulación de impedancia.

## CONEXIÓN DE LA SECCIÓN

Las **FIGURAS 8A a 8C** ilustran vistas en despiece ordenado y ensambladas de una realización de conexión de la sección de guía de onda a modo de ejemplo. Una sección **12** de guía de onda elíptica preferida está mecánicamente y eléctricamente conectada a otra sección **12** de guía de onda con el ensamblaje **22** de conector de sección. Con referencia a las **FIGURAS 8B y 8C**, el ensamblaje **22** de conector de sección comprende cubierta **300** del conector metálica, correas **298** y ensamblajes **296** de receptor de abrazadera opcional. Las correas **298** están sujetas con cierres **304**, que pueden usar mecanismos de tensionamiento de abrazadera de cremallera tipo accionados por tornillo helicoidal común, o pueden ser cualquier otro tipo de mecanismo que aplicará tensión a las correas **298** tal como, preferentemente, cierres de sujeción tipo despleables sobre las correas **298**, con tensión preajustada en su posición cerrada. Los ensamblajes **296** de abrazadera opcionales están unidos sobre lados opuestos de la cubierta **300** y se aparean con receptores **294** de abrazadera opcionales sobre la sección **12** de guía de onda.

El ensamblaje de una conexión completada de dos secciones **12** de guía de onda se lleva a cabo limpiando preferentemente primero la superficie interna de la cubierta **300** metálica dando un acabado metálico brillante. Las superficies externas de los extremos de la sección **12** de guía de onda también se preparan dando acabado metálico brillante para alta conductividad de contacto eléctrico con la cubierta **300**. Los dos extremos de las secciones **12** de guía de onda se insertan entonces en la cubierta **300** del conector de direcciones opuestas. Los dos extremos de la sección **12** de guía de onda están preferentemente posicionados para encontrarse próximos al medio de la cubierta **300** con ambas secciones **12** de guía de onda orientadas con su ejes colineales. La abrazadera **298** circular que está opuesta al extremo de la cubierta **300** más próxima a la abrazadera **292** opcional se coloca entonces alrededor de la cubierta **300** y se aprieta suficientemente alrededor de la cubierta **300** para mantenerla en posición sin que la cubierta **300** se deslice con respecto al extremo de la sección **12** de guía de onda que está debajo. Cierres **296** y **294** opcionales se engranan entonces para poner los dos extremos de las secciones **12** de guía de onda juntos en estrecha proximidad. Los dos extremos de las secciones **12** de guía de onda deben encontrarse preferentemente dentro de la cubierta **300**, pero un hueco en el orden de aproximadamente 1-3 milímetros es aceptable para la operación adecuada. Entonces, todos los cierres se aprietan completamente, que hace que la cubierta **300** rodee y se apriete sobre la sección **12** de guía de onda y haga buen contacto eléctrico. El apriete de las abrazaderas **298** alrededor de la cubierta **300** también hace que cualquier pequeña variación en las formas de los extremos de las secciones de guía de onda se conformen a una forma preferida promedio. Cuando se completan, los bordes longitudinales de la cubierta **300** deben estar preferentemente próximos a la línea central de una de las caras anchas de las secciones **12** de guía de onda.

## GUÍA DE ONDA

La forma de la guía de onda básica requerida para el sistema puede fabricarse por extrusión o estirado a la forma requerida, o formarse en una forma intermedia que es posteriormente acabada a la forma final. Si es metálica, metales preferidos para la guía de onda incluyen aluminio o cobre. Si es de plástico, un recubrimiento altamente conductor se dispone sobre la superficie interna de la guía de onda completada. Es aceptable cualquier material que sea moldeable en un procedimiento, tal como poli(cloruro de vinilo) (PVC). Otro procedimiento de fabricación es formar la sección de guía de onda transversal a partir de una forma estándar de metal o plástico que está generalmente disponible, y modificarla mediante un procedimiento, tal como compresión, para moldearla en la forma de la sección transversal deseada.

Las **FIGURAS 9A y 9B** ilustran respectivamente realizaciones alternativas para formar una sección de guía de onda usando lámina metalizada o tubería metalizada. La tubería **310** externa en la **FIGURA 9A** puede ser de cualquier material que contendrá la forma requerida para constituir una sección de guía de onda transversal a la frecuencia deseada. El material **312** se inserta entonces en la tubería **310** externa, tanto en la fabricación como después, tal como durante la instalación. Preferentemente, el material **312** es relativamente delgado, tal como un material de lámina metálica o de hoja de plástico que se ha recubierto con una superficie **314** conductora lisa que es de espesor y conductividad suficiente a la frecuencia de microondas prevista para propagar eficientemente la energía de la guía de onda longitudinalmente a lo largo de la superficie **314** interna. Si el material **312** se fracciona con el fin de insertarse en **310**, el hueco **316** debe minimizarse y orientarse hacia la longitud de la guía de onda a lo largo de la línea del último flujo de corriente en la pared interna de la guía de onda.

La **FIGURA 9B** muestra un procedimiento alternativo de crear una guía de onda de la forma **318** que se forma en una sección transversal longitudinal coherente. El recubrimiento **320** de alta conductividad se aplica a la superficie interna de **318** con el fin de soportar la propagación de energía de microondas hacia la longitud de la superficie **320** interna de la forma **318**. El recubrimiento **320** puede ser cualquier conductor que suministre suficiente conductividad para realizar la propagación de baja pérdida en el ensamblaje de la guía de onda y puede aplicarse mediante cualquier procedimiento que suministre una superficie altamente conductora suave a la superficie interna de la forma **318**. Cualquier forma hueca de forma en sección transversal coherente que pueda propagar energía de radiofrecuencia a la frecuencia deseada es aplicable para su uso en construir los ejemplos ilustrados en las **FIGURAS 9A y 9B**. Si se emplea el procedimiento de construcción de la guía de onda en **9A y 9B**, entonces los procedimientos de puesta a tierra adecuados deben añadirse a los acopladores **34 y 52** para unirlos a los

conductores internos descritos. Este procedimiento de puesta a tierra puede incluir, por ejemplo, extender el conductor interno en **9A** o **9B** al extremo y fuera de los bordes de la sección **12** de guía de onda.

#### **SISTEMA DE GUÍA DE ONDA CONFIGURABLE**

Las **FIGURAS 10A, 10B y 10C** ilustran una implementación a modo de ejemplo del sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda de la materia reivindicada, adaptado y configurado para el ajuste posterior a la instalación del acoplamiento de señal a conectores de señal usando acopladores de señal motorizados a lo largo de la guía **11** de onda, que están cada uno remotamente y selectivamente ajustables después de la instalación.

Con referencia a la **FIGURA 10A**, el sistema de guía de onda configurable se muestra con controladores **348** unidos a una guía **11** de onda con ensamblajes **14** y **16** de extremo, que incluyen conectores **20** coaxiales y sondas de transmisión interna (sonda **21** en las **FIGURAS 5C y 5D**), que constituyen ensamblajes de lanzamiento y de terminación, respectivamente, para inyectar energía de microondas a, o extraer señales fuera de, los extremos de la guía **11** de onda. Las señales se conectan, por ejemplo, del ensamblaje **30** de la interfaz de señal (como se muestra en la **FIGURA 1**, pero no mostrados aquí) al conector **20** coaxial sobre el ensamblaje **14** de extremo. Los ensamblajes **14** y **16** de extremo, y el ensamblaje **30** de la interfaz de señal en esta realización, tienen los mismos atributos y capacidades como se describen con referencia a la **FIGURA 1**. Los controladores **348** y **336** están unidos a aberturas dispuestas en secciones **12** de guía de onda en posiciones deseadas a lo largo de la longitud de la guía **11** de onda ensamblada total. Controlan los coeficientes de acoplamiento de tanto sondas de guía de onda de bucle eléctrico como del conductor, u orificios de abertura radiante. Las secciones de corrección de la impedancia integradas en los controladores **348** proporcionan salida a conectores de radiofrecuencia externos que son posteriormente conectados directamente a antenas, o a cable coaxial que está conectado a antenas, o a otro sistema de guía de onda usando cable coaxial, o cualquier otro tipo de procedimiento de interconexión de líneas de transmisión.

El ensamblaje **332** de señales de control puede comprender un cable de uno o más conductores de conductividad suficiente para transportar la potencia necesaria y señales de control a todos los controladores **348** y **336** conectados en el sistema. Un conductor separado, o conductores, en el ensamblaje **332** puede asignarse a cada controlador **348** y **336**, o un número reducido de conductores en un cable puede usarse en un sistema de control de la señalización multiplexado configurado en paralelo o en serie. La descodificación de señales de control en el ensamblaje **348** y **336** de controlador puede llevarse a cabo por tanto medios activos como pasivos. El cable tal como el encontrado en instalaciones de Ethernet o de cableado telefónico en edificios habituales son ejemplos preferidos de tipos adecuados de cable que pueden usarse para la conexión de controladores **348** y **336**. El tipo de cable usado, tanto si es clasificado para plenum como clasificado para no plenum, se determinará por aplicaciones individuales.

El punto **344** de conexión en cada controlador puede llevarse a cabo por conectores preinstalados en **332** y/o **348** y **336** usando conexión tipo desplazamiento del aislamiento como un procedimiento de conexión para el ensamblaje **332** de señal, si es cable, ya que pasa a través de, o adyacente a, una sección **348** y **336** de controlador. Tan solo un cable puede usarse para potenciar y controlar todos los controladores si se multiplexan la señalización del control en serie y la alimentación de suministro de potencia sobre el conductor individual, con la guía **11** de onda usada como un vía de retorno adecuada para potencia y señales. Una ranura o canal externo separado puede incorporarse durante la fabricación en las longitudes de las secciones **12** de guía de onda con el fin de retener físicamente el ensamblaje **332** de señal si es un cable. El conector **346** coaxial es el puerto de salida para señales recuperadas de la guía de onda por el controlador **348** mediante una sección **349** de corrección de impedancia, cuyas características son esencialmente las mismas que se tratan a propósito de la **FIGURA 6** o la **FIGURA 7**. El conector **346** puede ser cualquier conector de radiofrecuencia estándar o no estándar. La radiación avanza directamente de la abertura **334** de ranura de la guía de onda variable cuyas características dimensionales y, por tanto, características de radiación, están controladas por el controlador **336** por comandos mediante el ensamblaje **332** de control.

El entrada del detector **342** se muestra unida al conector **20** coaxial del ensamblaje **16** de extremo. El detector **342** es cualquier dispositivo que convierta señales de radiofrecuencia en un voltaje que es proporcional a niveles de señal de radiofrecuencia presentado a él por la guía **11** de onda. La salida del detector **342** puede disponerse sobre el ensamblaje **332** de señal y detectarse como una señal de calibración y de prueba para ajustar la apropiada operación del sistema de guía de onda. El detector **342** puede ser cualquier detector de microondas, de tanto diseño pasivo como activo, que medirá el nivel de señal en la guía de onda, tanto en el extremo de la guía de onda como en cualquier punto intermedio usando una sonda de baja pérdida (cuarto de onda), o un acoplador de señal. Por ejemplo, el detector **342** puede estar compuesto de un detector de diodo de radiofrecuencia unido a una sonda de guía de onda de baja pérdida que termina la impedancia de la guía de onda en una carga esencialmente no reflectante en el extremo de la guía de onda, o, si se usa en un punto intermedio a lo largo de la guía de onda, se usaría con un acoplador **52** de señal eléctrica o acoplador **34** de señal magnética para permitir el mínimo muestreo de energía de la guía de onda, mientras que se proporciona medición de señal.

Como la pérdida por descarga de múltiples longitudes en común de secciones **12** de guía de onda conectadas

en un sistema de guía de onda completo es predecible con exactitud suficiente, el cambio de nivel de señal indicado por el detector **342** resultante de la extracción de una señal en cualquier otro puerto en el sistema de guía de onda que está entre la fuente de señal y el detector **342** puede predecirse en función de la cantidad de carga de RF que cada controlador **348** o controlador **336** de ranuras dispone sobre la guía de onda. En cambio, cada controlador **348** de acoplador o controlador **336** de ranuras puede ajustarse a un coeficiente de acoplamiento deseado monitorizando el nivel de salida detectado del detector **342** durante el ajuste de cada controlador. También pueden usarse sondas manualmente ajustables en combinación con controladores **348** y **336** de sonda para configurar un sistema de distribución de señal de guía de onda deseado.

Puede ser deseable en algunas aplicaciones que el detector **342** se ajuste para absorber la mínima cantidad de energía de microondas fuera de la guía de onda que es coherente con niveles de señal detectados fidedignos. En este evento, el detector **342** puede configurarse con un amplificador post-detección opcional que se alimenta mediante un cable **332** de señal. La interfaz **330** eléctrica puede permitir el control manual remoto de los controladores **348** y **336** mediante el ensamblaje **332** de señal mientras que un operario monitoriza la salida de uno o más detectores **342**. Alternativamente, la interfaz **330** puede operarse bajo el control de un ordenador. En el último caso, el ordenador puede usarse para calcular el ajuste de cada uno de los niveles de señal deseados presentados sobre los conectores **346** de salida de los controladores **348** y aberturas **334** sobre el sistema de guía de onda usando cálculos que determinan el ajuste apropiado para cada controlador **336** y **348** de niveles informados por uno o más detectores **342** y características de atenuación conocidas de la guía **11** de onda.

Los conectores **346** de salida sobre los controladores **348** pueden conectarse directamente a radiadores de señal (no mostrados), o mediante cable coaxial a radiadores de señal, o pueden conectarse a un conector **20** coaxial adicional de un sistema de guía de onda separado como una línea de transmisión extendida y/o sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda separado que sirve de área adicional. Si se interconectan sistemas de distribución de guía de onda completados adicionales, la filtración, combinación y otras técnicas convencionales y dispositivos pueden añadirse entre secciones para permitir o rechazar selectivamente uno o más grupos de frecuencias.

El cable **340** en el extremo del cable **332** puede continuar a controladores **348** y **336** adicionales (no mostrados) cuando una sección de guía **11** de onda se extiende fuera de su límite de longitud práctica, **342**, **20** y **18**, luego se mueven a los extremos de la(s) sección (secciones) de guías **11** de ondas extendida(s). La máxima longitud de la guía **11** de onda se determina por la atenuación descargada total de las secciones **12** de guía de onda en común y la suma de potencia de señal requerida por todos los puertos unidos, frente a la potencia total de la señal disponible de la fuente o fuentes presentadas al sistema de guía de onda. Uno o más detectores **342** pueden añadirse a ejecuciones posteriores de la guía **11** de onda longitudes para facilitar monitorizar niveles de señal aguas abajo.

La **FIGURA 10B** muestra los detalles funcionales del controlador **348** de sonda unido a la superficie **228** externa de una sección **12** de guía de onda, una pared **226** de la guía de onda. La sonda **352** puede ser tanto un ensamblaje de sonda de bucle eléctrico como conductor. Si es eléctrica, entonces la variación del acoplamiento se efectúa por la cantidad de inserción de **352** en la guía de onda como se muestra por **351**. Si la sonda es magnética, entonces la cantidad de acoplamiento se determina por tanto el área de la sonda de bucle como la cantidad de rotación en el campo magnético interno de la sección **12** de guía de onda por el bucle **352** de sonda como se muestra por **350**. Cualquier tipo de sonda es de impedancia adaptada a la impedancia del conector externo del puerto **346** por el transformador **354** de impedancia que puede ser, por ejemplo, como se describe con respecto a las **FIGURAS 6** ó **7**, y puede contener una o más secciones de secciones de línea de transmisión de cuarto de onda apropiadas en común u otro tipo de técnica de adaptación de impedancias que se elige para sus características transformantes de impedancia, y también puede contener circuitos para la anulación apropiada de la reactancia introducida en la sección de entrada del transformador **354**. El transformador **354** también puede contener una función detectora, similar al detector **342** descrito en el presente documento, y puede usarse con el fin de monitorizar la salida de cada controlador **348** de sonda con el fin de fijar con exactitud la potencia apropiada acoplada de la sección **12** de guía de onda.

La sonda **352** es activada para producir tanto inserción como rotación de una sonda eléctrica o magnética, respectivamente, en la guía **11** de onda por acción de la caja **341** de cambios, que es accionada por el motor **343**, que recibe comandos del circuito **345** de accionamiento del motor, que es accionado por las señales de datos de naturaleza tanto analógica como digital del módulo **347** de descodificación, que se comunica con el controlador **330** mediante el ensamblaje **332** de señal. Las indicaciones de posición del sensor **349** de posición pueden leerse de nuevo mediante el ensamblaje **332** de señal al controlador **330** con el fin de determinar tanto los datos de posición de la traslación como de la rotación, respectivamente, de un acoplador **52** de señal eléctrica o acoplador **34** de bucle conductor.

La **FIGURA 10C** muestra los detalles funcionales del controlador **336** de ranuras, que es una variación del controlador **348**. Controla el tamaño de ventana de la abertura **334** de ranura en una sección **12** de guía de onda, permitiendo niveles controlables directos de radiación de la guía de onda en un área prevista en la proximidad del sistema de guía de onda. El ensamblaje **351** por deslizamiento, una hoja conforme y conductora de material sobre la

superficie **228** externa de la sección **12** de guía de onda, es mecánicamente accionado para ocluir variablemente la ranura **334** por el movimiento **353** traslacional de la caja **341** de cambios, que es accionada por el motor **343**, que es eléctricamente accionado por el accionamiento **345** por motor, que recibe comandos descodificados por el descodificador **347**, que recibe señales mediante el ensamblaje **332** de señal del controlador **330**. El controlador **330** puede operarse manualmente por control eléctrico remoto, o puede operarse por control por ordenador. El indicador **349** de posición detecta la posición del ensamblaje **351** por deslizamiento y entonces informa de la posición al controlador **330** mediante el cable **332**. El ensamblaje **351** por deslizamiento puede ocluir la ranura **334** por movimiento paralelo con, u ortogonalmente al eje largo de la ranura **334**, o una combinación de traslaciones de los mismos.

La **FIGURA 10D** muestra una realización de la materia reivindicada usada para los fines duales de distribuir información inalámbrica y uso simultáneo como sistema extintor de fuego durmiente. La sección **355** de guía de onda está hecha de la fuerza apropiada para contener la presión de aire usada en un sistema extintor "en seco" cuando se presuriza en el momento de uso, y también puede tener una superficie interna que está recubierta de un conductor apropiado, tal como cobre, aluminio, plata u oro para la propagación de la guía de onda de señales de radio. Las secciones están conectadas juntas con uniones **356** de tubería. La forma preferible de la tubería es elíptica, pero puede usarse cualquier otra forma que conduzca señales inalámbricas como guía de onda, tal como sección transversal circular o rectangular. Las señales se acoplan fuera de la guía **355** de onda por acopladores **357**, que pueden tener las mismas características que se describen para los acopladores **34** y/o **52**, y se aplican a cabezas/antenas **358** emisoras que actúan de tanto antenas de radio inalámbricas como cabezas extintoras del fuego activadas por calor normales. La tubería está normalmente seca internamente y se presuriza con aire u otro gas, tal como nitrógeno. Las cabezas **358** abren una vía y liberan la presión del aire en **355** tras la detección de calor, de otro modo, actúan de antenas conectadas a la guía **355** de onda. Los requisitos generales de fontanería neumática/de fluidos y tecnología de transmisión de guía de onda deben satisfacerse simultáneamente en la construcción del sistema.

#### **FORMACIÓN DE LA GUÍA DE ONDA**

La **FIGURA 11** ilustra una realización a modo de ejemplo para formar secciones de guía de onda de materia prima de hoja de metal plana enrollada que, cuando se moldea, retiene una superficie interna lisa altamente conductora. Puede utilizarse un rollo de suministro de hoja de metal de superficie lisa de tanto metal homogéneo como un metal de base, tal como acero, recubierto o unido con cobre, aluminio, o cualquier otro material altamente conductor. La anchura requerida del material de hoja necesario para formar un componente de la forma final se suspende en una forma de suministro, tal como un rollo, en un extremo de la máquina **390** formadora que está soportada sobre la plataforma **382**. Se requiere que el material preferido tenga una superficie metálica altamente conductora, tal como aluminio o cobre que tiene buena retención de las dimensiones después del procedimiento de moldeo. También puede usarse material de plástico si es conformable en, y retendrá, la forma requerida. Debe tener buena fortaleza estructural y recubrirse, por procedimientos mecánicos o eléctricos, con un material altamente conductor, tal como cobre, aluminio, plata, oro o cualquier otro material de conductividad eléctrica suficientemente alta. Alternativamente, puede recubrirse previamente con un material suficientemente conductor sobre una superficie ancha que se convertirá en la superficie interna de una sección **12** de guía de onda.

Una única capa de material **372** se alimenta primero en una estación de **374** punzonación en la que se punzan los agujeros de abertura y/o ranuras del radiador y/o agujeros de ensamblaje deseados. La hoja de metal o plástico metalizado punzonado se lleva entonces a una sección **376** de conformado, en la que se confiere la penúltima forma de la guía de onda al material.

Algunas posibles formas en sección transversal de la pre-guía de onda resultantes del procesamiento en la máquina **390** de conformado se ilustran en **384**, **386** y **388**. Después se punzona el material y se usa fresa **378** de forma para cortar los componentes de guía de onda en secciones de longitudes deseadas, que puede ser de algunas pulgadas, a cientos de pies, dependiendo de la aplicación particular en una instalación. La longitud total de una sección de guía de onda está limitada solo por la longitud del suministro contenido en el rollo **370** de material de hoja de ejemplo. Las formas **384** de la pre-guía de onda muestran algunas posibles secciones transversales que pueden producirse que tienen los dos bordes longitudinales externos del material original que necesitarán cerrarse para formar una sección de guía de onda completada. La colocación de los bordes mostrados en las secciones **384** de guía de onda formadas de ejemplo está en posiciones preferidas para los modos de propagación en los que estas secciones **12** de guía de onda operan normalmente. Una fase adicional con el fin de sellar los bordes de **384**, **386** y **388** con, por ejemplo, rizos, puede añadirse al procedimiento de formación por la máquina **390**.

Otras posibles formas que pueden producirse por la máquina **390** de formación se muestran en **386**. Estas formas, aunque requerirán dos operaciones de sellado para el cierre, son más fáciles de transportar ya que pueden aplicarse eficazmente orientándolas entre sí. Las formas **386** se unirían entonces en el campo por procedimientos de plegado, soldadura o fijación para completar secciones **12** de guía de onda completas para la instalación en un sistema de distribución inalámbrica basado en guía de onda.

Todas y cada uno de las operaciones realizadas por el sistema de formación descrito pueden controlarse por

medios manuales o automatizados tales como un controlador lógico almacenado programado o un ordenador programable. Si es programable, el sistema **390** de formación contendrá los sensores y actuadores requeridos necesarios para la operación automatizada.

La **FIGURA 12** ilustra otra realización a modo de ejemplo para unir secciones **12** de guía de onda que usa sujeciones para ensamblar la guía de onda formada en dos mitades a partir de hoja de metal y, en un uso separado del concepto, para conectar mecánicamente y eléctricamente dos secciones de secciones de guía de onda completadas.

Las secciones **400** de guía de onda formadas, con recubrimiento **402** metálico liso altamente conductor interno y agujeros **404** previamente posicionados, se unen juntas y se mantienen en su sitio por pernos **406** y bornes **408** de retención. También pueden usarse remaches para este procedimiento. Si se usa como conector entre dos secciones de guía de onda, las secciones **400** se harán ligeramente más grandes en dimensiones que las secciones de guía de onda formadas con las que se une, pero se ajustarán íntimamente y con seguridad sobre ambos extremos de las dos guías de onda que se unen. Los agujeros **404** previamente posicionados, en este caso, se alinearán con agujeros posicionados en los bordes de los extremos de las secciones **12** de guía de onda que van a unirse. Si las secciones **12** de guía de onda están hechas de mitades de secciones mostradas en **384**, **386** ó **388**, muescas previamente posicionadas para aberturas pueden disponerse en las líneas de rugosidad, y/o las otras caras anchas y estrechas de cada forma de guía de onda para acomodar acopladores de señal cuando se utiliza el procedimiento de unión de la **FIGURA 12**. Asimismo pueden disponerse ranuras radiantes en la guía **12** de onda en el momento de la fabricación.

La **FIGURA 13A** y **13B** ilustran una realización a modo de ejemplo para ensamblar mitades de secciones de hoja de metal formada en una guía de onda completa usando un soldador de resistencia continua para realizar el procedimiento de unión. La **FIGURA 13A** es una vista en planta del sistema de soldadura a modo de ejemplo. La base **422** soporta cuatro ruedas **424** de soldadura eléctrica accionadas por resorte o hidráulicamente comprimidas que giran continuamente y suministran alta corriente a los cordones de la guía **420** de onda que van a unirse, mientras que se comprimen ambos cordones de las mitades de secciones **420**. La corriente suficientemente alta se aplica para fundir parcialmente los cordones de las mitades de secciones en sus puntos de contacto **426**. Si el material es metal, por ejemplo, los dos cordones se funden en una sección de guía de onda completada con cordones cerrados, como se muestra en la vista **428** desde un extremo. La **FIGURA 13B** muestra una vista desde un extremo del sistema de soldadura por resistencia. Se administra suficiente corriente para la soldadura a las ruedas **424** de una fuente de potencia eléctrica conectada a un conector **438** unido al conductor **440** de potencia eléctrica, mediante ensamblajes **442** y **430** de cepillos de baja resistencia, y mediante contactos **434** que están directamente conectados a las ruedas **424**. La corriente de salida es llevada por el cable **432**, el cable de retorno para el suministro eléctrico de la soldadura.

### **RESULTADOS DE LA PRUEBA**

La **FIGURA 14** muestra los resultados de medición de las características de la relación de onda estacionaria de voltaje (VSWR) de una versión en sección transversal elíptica de 200 pies de una guía **11** de onda construida según la presente divulgación usando secciones **12** de guía de onda y conectores de sección descritos y representados esencialmente iguales que en las **FIGURAS 8A**, **8B** y **8C**, y secciones de extremo como se describen y representan en las **FIGURAS 5C** y **5D**, pero sin acopladores de señal intermedios o ranuras radiantes a lo largo de la guía **11** de onda para esta prueba. Se usó un instrumento de barrido Sitemaster modelo 331A de Anritsu para inyectar un señal de radiofrecuencia de barrido de 2400 MHz a 2500 MHz y detección de la potencia de retorno de la señal evaluando el extremo del sistema cuando el extremo alejado de la guía de onda terminó en una carga de 50 ohm en el conector coaxial sobre la sección de extremo alejado. Entonces, VSWR se calcula a partir de estos datos. Como se observa, se indican niveles muy bajos de reflexiones de señal a través de la banda de interés.

La **FIGURA 15** es otra prueba de la guía de onda de 200 pies descargada descrita en la **FIGURA 14**. Una señal sin modular de 9 milivatios de un generador de señales de microondas modelo 8620C/86290C de Hewlett Packard Company se barrió de 2400 MHz a 2500 MHz para probar la pérdida de extremo a extremo de la guía de onda de 200 pies descargada. La potencia en el extremo de la guía de onda se midió con un instrumento de medición de la potencia modelo 435B/8485A de Hewlett Packard Company. La pérdida promedio, del conector **20** coaxial de entrada al conector **20** coaxial de salida terminado en el extremo alejado, se midió a través de esta banda de frecuencia de interés, fue ligeramente superior a 0,5 dB por 100 pies de longitud de guía de onda. Estas pérdidas medidas incluyen pérdidas de lanzamiento y de recuperación en los extremos de la guía de onda que son inherentes a los conectores coaxiales y sondas en las secciones de extremo. La calibración de salida de potencia del generador se realizó en el extremo del cable de interconexión usado entre el generador de señal y el punto de entrada de guía de onda, y no se empleó ninguna compensación de pendiente del cable para compensar la atenuación de frecuencia de un cable coaxial RG-58 de aproximadamente 2,5 metros que se conectó entre el generador de señales y el extremo transmisor de la guía de onda. Las características de pérdida básicas de la propia guía de onda son, por tanto, mejores que los datos mostrados.

La **FIGURA 16** es todavía otra prueba de una guía de onda de 200 pies descrita en la **FIGURA 14**. En esta

prueba, seis acopladores **52** de señal eléctrica se colocaron a 40 pies, 60 pies, 80 pies, 100 pies, 120 pies y 140 pies del extremo transmisor de la guía de onda. Para esta prueba se usaron los mismos instrumentos de medición de generación y potencia de señales que se describen para la **FIGURA 14**. Una potencia de entrada de 10 milivatios se inyectó en el conector coaxial del extremo inicial del sistema de transmisión de guía de onda. Cada uno de los seis acopladores se ajustó para proporcionar 1,10 milivatios de salida. La potencia promedio, en el extremo del sistema, a través del intervalo de frecuencia indicado, fue 2,01 milivatios. La desviación promedio del nivel de señal en el extremo del sistema, a través de las frecuencias probadas, fue aproximadamente +/- 1,5 dB.

El sistema de distribución de alta eficiencia simplificado presentemente desvelado para llevar señales inalámbricas entre una fuente de señal y al menos una localización próxima a un receptor de señal puede implementarse de diversas maneras. La anterior descripción de las realizaciones preferidas se proporciona, por tanto, para permitir que cualquier experto en la materia haga o use la materia reivindicada. Diversas modificaciones a estas realizaciones serán rápidamente evidentes para aquellos expertos en la materia, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin el uso de la facultad innovadora.

## REIVINDICACIONES

## 1. Un sistema de distribución inalámbrica (10) que comprende:

- 5 una guía de onda hueca (11) con una superficie interna altamente conductora (204) que está configurada para soportar la transmisión de energía de señal inalámbrica de una fuente de señal inalámbrica a una localización próxima a una localización de receptor inalámbrico;  
un puerto de salida (32) acoplado a la guía de onda hueca (11) para la inyección y extracción de energía de señal inalámbrica; y
- 10 un dispositivo de acoplamiento de señal (52) acoplado a la guía de onda hueca (12), el dispositivo de acoplamiento de señal (52) incluye:
- un puerto coaxial de salida (48) para la introducción y extracción de energía de señal inalámbrica;  
un manguito de puesta a tierra (186, 188);
- 15 un conductor central coaxial hueco (192) dispuesto dentro del manguito de puesta a tierra;  
un tornillo (210) dispuesto dentro del conductor central coaxial hueco;  
**caracterizado por**  
un espaciador (194) para retener el tornillo, el espaciador es metal y está en contacto eléctrico y mecánico con una superficie interna del conductor central coaxial hueco; en el que
- 20 el espaciador está roscado en su centro para permitir que el tornillo suba o baje sobre las roscas para ajustar la porción del tornillo expuesta en la guía de onda y el espaciador es móvil dentro del conductor central coaxial hueco para ajustar la porción del tornillo dispuesto entre la guía de onda y el espaciador;  
una red de adaptación de impedancias que transforma la impedancia presentada en la porción del tornillo extendido en la guía de onda en una impedancia en el puerto coaxial de salida, en el que la red de adaptación comprende el manguito de puesta a tierra, el conductor central coaxial hueco, el tornillo y el espaciador; en el que
- 25 la porción del tornillo dentro del conductor central hueco, el espaciador y una superficie interna del conductor central hueco forman una línea de transmisión coaxial cortocircuitada que presenta una reactancia de anulación para la reactancia presentada por la porción del tornillo extendido en la guía de onda.
- 30

## 2. Un sistema de distribución inalámbrica (10) que comprende:

- 35 una guía de onda hueca (11) con una superficie interna altamente conductora (204) que está configurada para soportar la transmisión de energía de señal inalámbrica de una fuente de señal inalámbrica a una localización próxima a una localización de receptor inalámbrico;  
un puerto de salida (32) acoplado a la guía de onda hueca (11) para la inyección y extracción de energía de señal inalámbrica; y  
una dispositivo de acoplamiento de señal (34) acoplado a la guía de onda hueca (12), el dispositivo de acoplamiento de señal (34) incluye:
- 40 un puerto coaxial de salida (49) para la introducción y extracción de energía de señal inalámbrica;  
un manguito de puesta a tierra (242, 248);  
un conductor central coaxial hueco (254) dispuesto dentro del manguito de puesta a tierra;  
un tornillo (262) dispuesto dentro del conductor central coaxial hueco;  
caracterizado por
- 45 una sonda en forma de bucle (268) conectada entre el tornillo (262) y un punto (266) sobre el manguito de puesta a tierra (248) y que se extiende en la guía de onda;  
un espaciador (250) para retener el tornillo, el espaciador es metal y está en contacto eléctrico y mecánico con una superficie interna del conductor central coaxial hueco; en el que
- 50 el espaciador está roscado en su centro para permitir que el tornillo suba o baje sobre las roscas para ajustar la porción de la sonda en forma de bucle (268) expuesta en la guía de onda y el espaciador es móvil dentro del conductor central coaxial hueco para ajustar la porción del tornillo dispuesto intermedio de la guía de onda y el espaciador;
- 55 una red de adaptación de impedancias que transforma la impedancia presentada en la porción de la sonda en forma de bucle en una impedancia en el puerto coaxial de salida, en el que la red de adaptación comprende el manguito de puesta a tierra, el conductor central coaxial hueco, el tornillo y el espaciador; en el que
- 60 la porción del tornillo dentro del conductor central hueco, el espaciador y una superficie interna del conductor central hueco forman una línea de transmisión coaxial cortocircuitada que presenta una reactancia de anulación para la reactancia presentada por la sonda en forma de bucle.

## 3. El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la guía de onda hueca (11) opera en uno o más modos de propagación de la guía de onda.

## 4. El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que dos o más señales de

frecuencias predeterminadas se multiplexan en la guía de onda hueca (11) usando uno o más modos de propagación dentro de la guía de onda hueca (11).

**5.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la guía de onda hueca (11) es metal.

**6.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el sistema de distribución inalámbrica (10) está fabricado con materiales adecuados para cumplir con reglamentaciones de seguridad contra incendios relevantes referentes a la instalación del sistema de distribución inalámbrica en el espacio de aire de retorno de calefacción, ventilación y aire acondicionado en un edificio.

**7.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que una estructura en sección transversal de la guía de onda hueca (11) es sustancialmente elíptica (11), circular, rectangular, o de cualquier forma longitudinal con una sección transversal coherente.

**8.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que una estructura en sección transversal de la guía de onda hueca (11) es cualquier forma que soportará la propagación de energía electromagnética en un intervalo de frecuencia deseado.

**9.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que una posición del tornillo (210) puede ajustarse para variar la cantidad de energía de señal inalámbrica extraída de la guía de onda (11).

**10.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de la reivindicación 9, en el que la posición del tornillo (210, 352) puede ajustarse remotamente.

**11.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que una posición del espaciador (194, 250) puede ajustarse para variar la cantidad de energía de señal inalámbrica extraída de la guía de onda hueca (11).

**12.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2 que comprende además:

una abertura de ranura (334) en la guía de onda hueca (11); y  
un ensamblaje por deslizamiento (351) sobre una superficie externa de la guía de onda hueca (11),  
en el que el sistema de distribución inalámbrica (10) está configurado para variar remotamente la oclusión de la  
abertura de ranura (334) por movimiento traslacional del ensamblaje por deslizamiento (351).

**13.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende además al menos una abertura previamente posicionada (24, 28, 54) localizada en un lado de la guía de onda hueca (11).

**14.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de la reivindicación 13, en el que la abertura previamente posicionada (28) es un radiador directo de la guía de onda hueca (11) al espacio libre.

**15.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la guía de onda hueca (11) comprende dos o más secciones físicamente separadas (12) que se unen juntas para formar la guía de onda hueca (11).

**16.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que se usan procedimientos de formación (376) y punzonado (374) para fabricar la guía de onda hueca (11) a partir de una hoja de metal (372) inicial.

**17.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la guía de onda hueca (11) se fabrica por un procedimiento de extrusión.

**18.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la guía de onda hueca (11) se fabrica por un procedimiento de revestimiento del interior de una forma longitudinal con un material altamente conductor.

**19.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de la reivindicación 1, en el que el tornillo (210) es excitado por un campo eléctrico dentro de la guía de onda (11).

**20.** El acoplador de señal magnética de la reivindicación 2, en el que una cantidad variable de energía de señal se acopla de la guía de onda hueca (11) variando el tamaño de la sonda en forma de bucle (268).

**21.** El acoplador de señal magnética de la reivindicación 2, en el que una cantidad variable de energía de señal se acopla de la guía de onda hueca (11) girando la sonda en forma de bucle (268) alrededor de un eje del dispositivo de acoplamiento de señal.

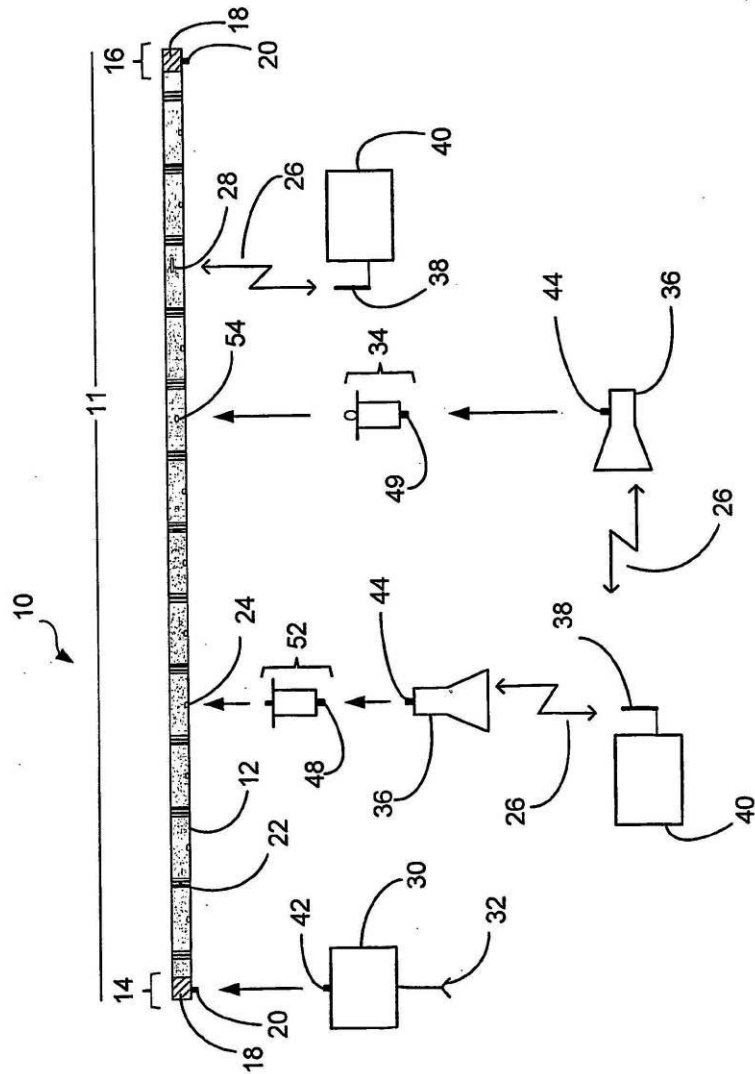
**22.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de la reivindicación 2, en el que la sonda en forma de bucle (268) es excitada por un campo magnético dentro de la guía de onda (11).

**23.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de la reivindicación 1 o reivindicación 2 que comprende además un indicador que muestra una posición de ajuste de un dispositivo de acoplamiento de señal (34, 52).

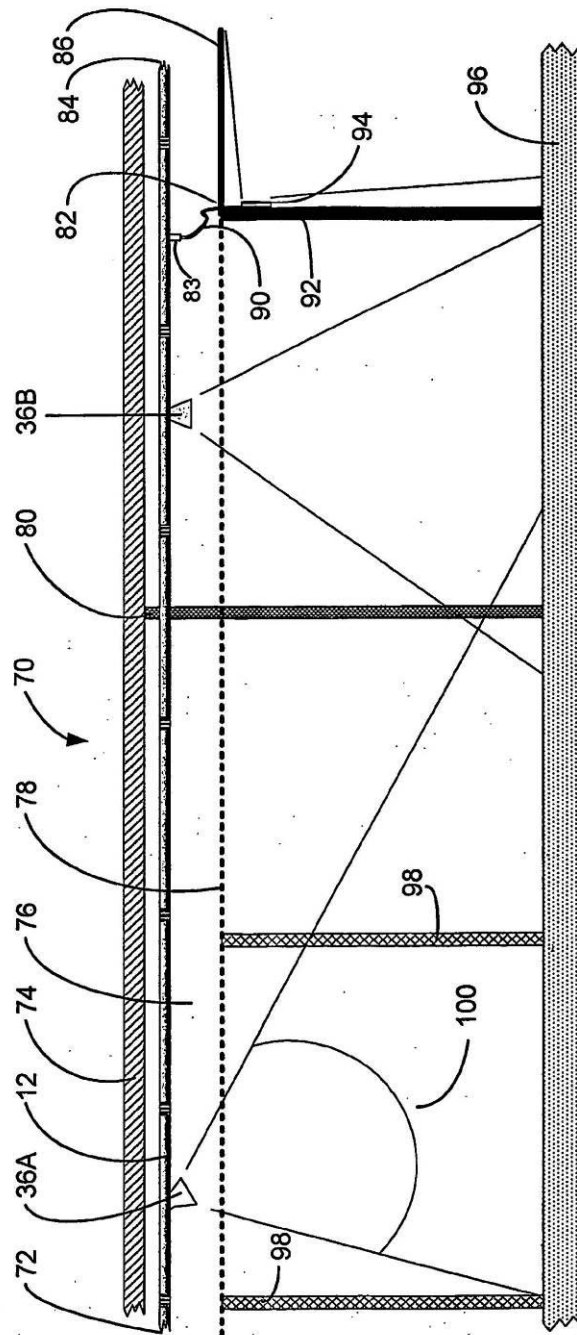
**24.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2 que comprende además un detector de radiofrecuencia (342) acoplado a la guía de onda hueca (11) para monitorizar características de señal en al menos un punto predeterminado en el sistema de guía de onda (10).

**25.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2 que comprende además una guía de onda hueca adicional (11, 150, 152) con una superficie interna altamente conductora que soporta la transmisión de energía de señal inalámbrica de un puerto de salida (32) a una localización próxima a una localización de receptor inalámbrico.

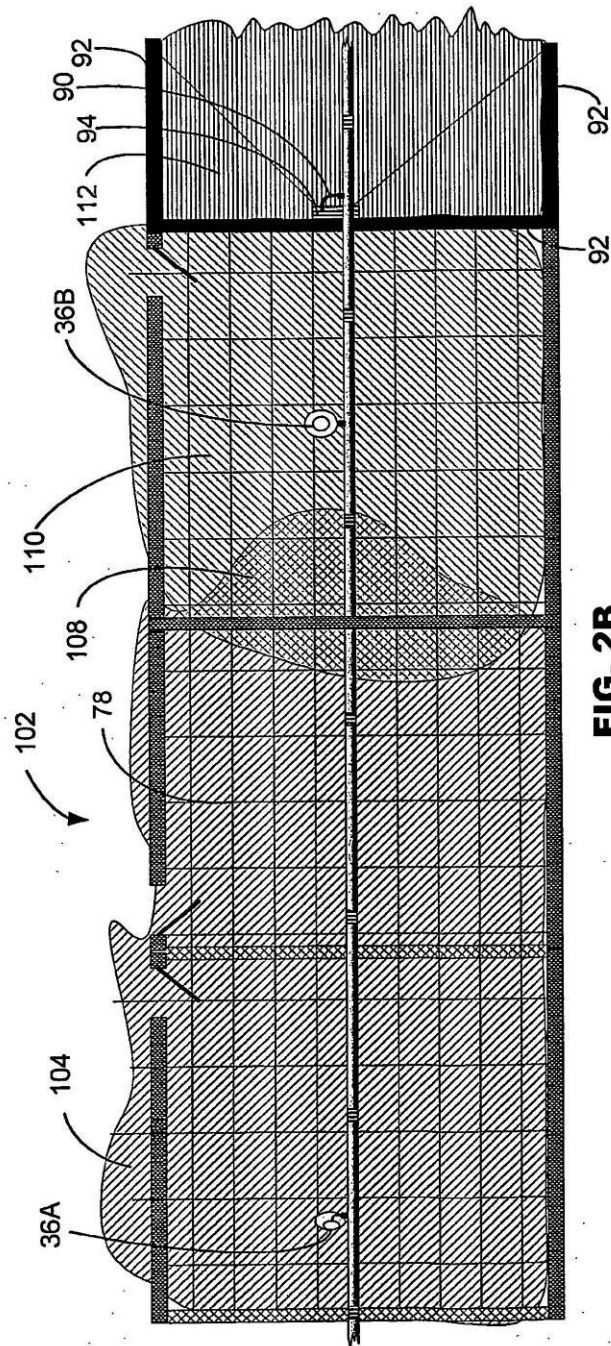
**26.** El sistema de distribución inalámbrica (10) de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que la guía de onda hueca (11) se integra en una estructura (131, 133) de una bandeja portadora (135) para soportar cables, tuberías o conductos en espacios superiores en oficinas y sitios industriales.



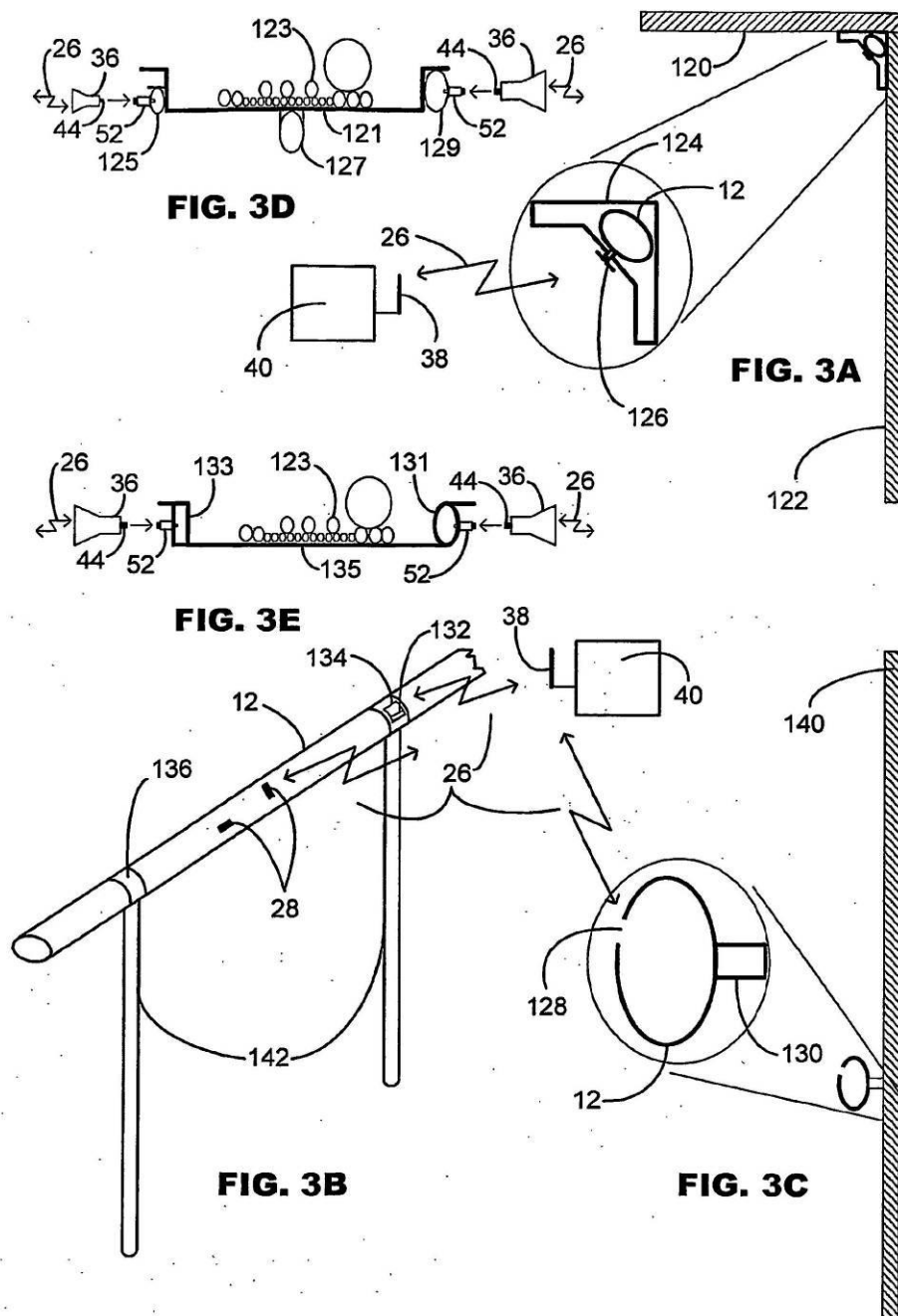
**Distribución inalámbrica basada en guía de onda**

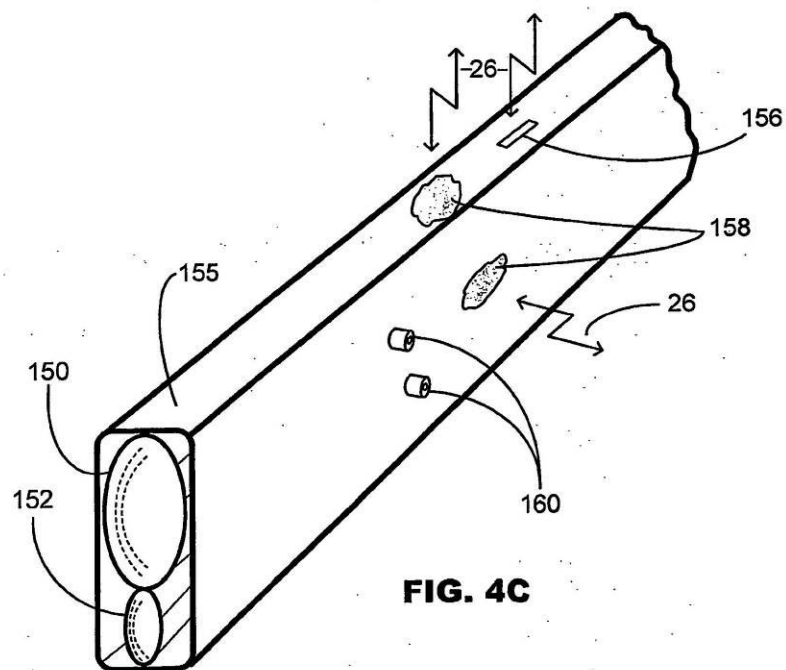
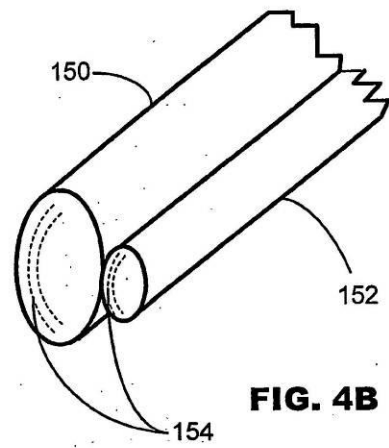
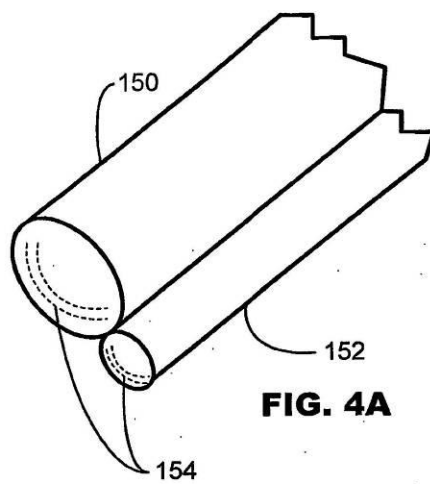


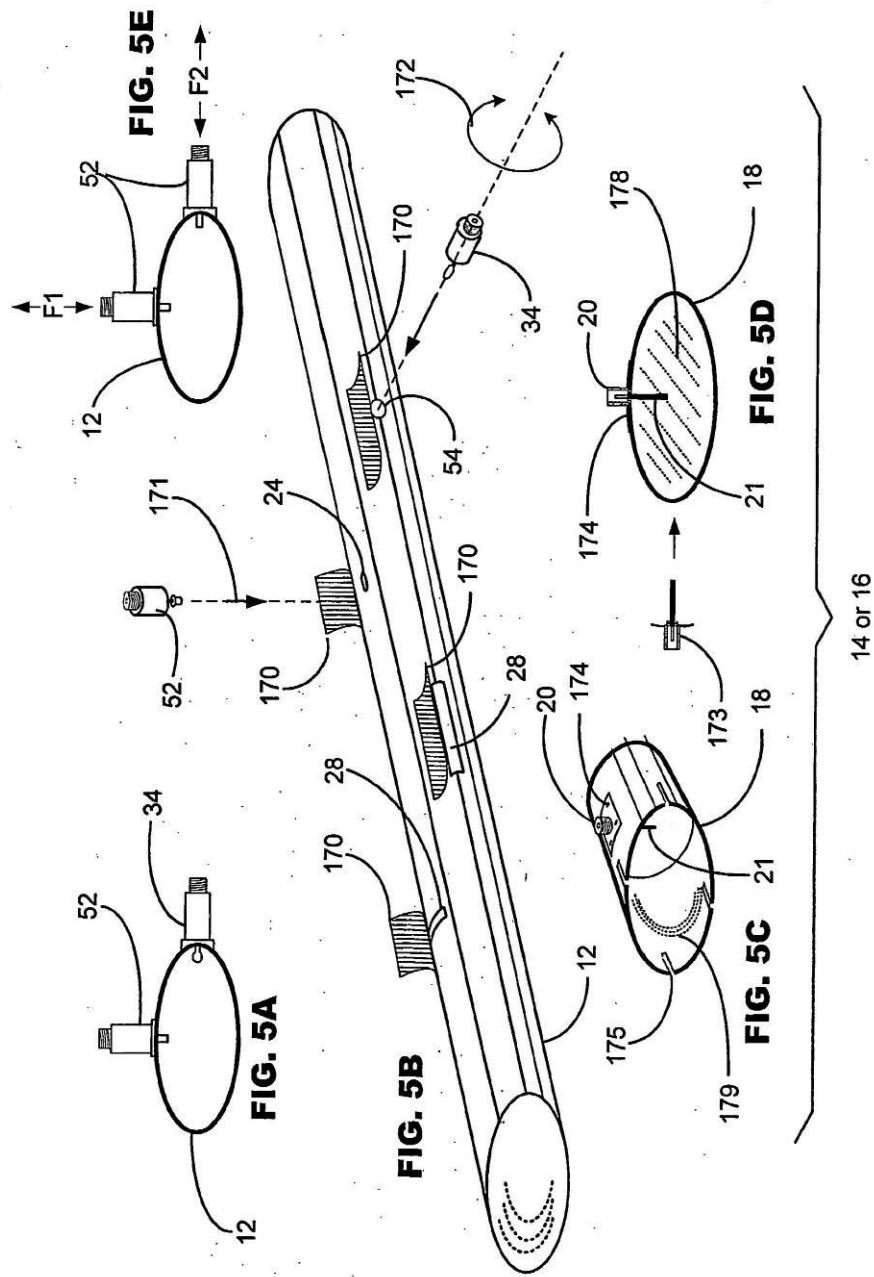
**FIG. 2A**

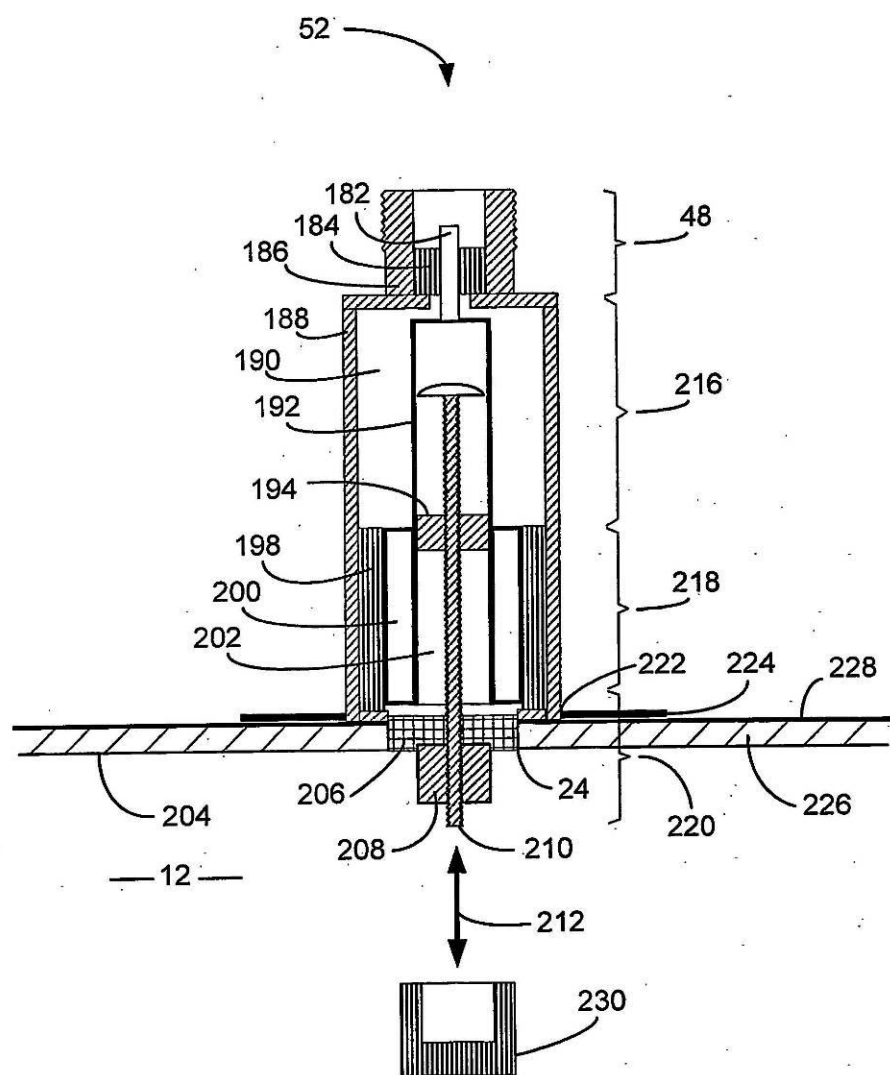


**FIG. 2B**

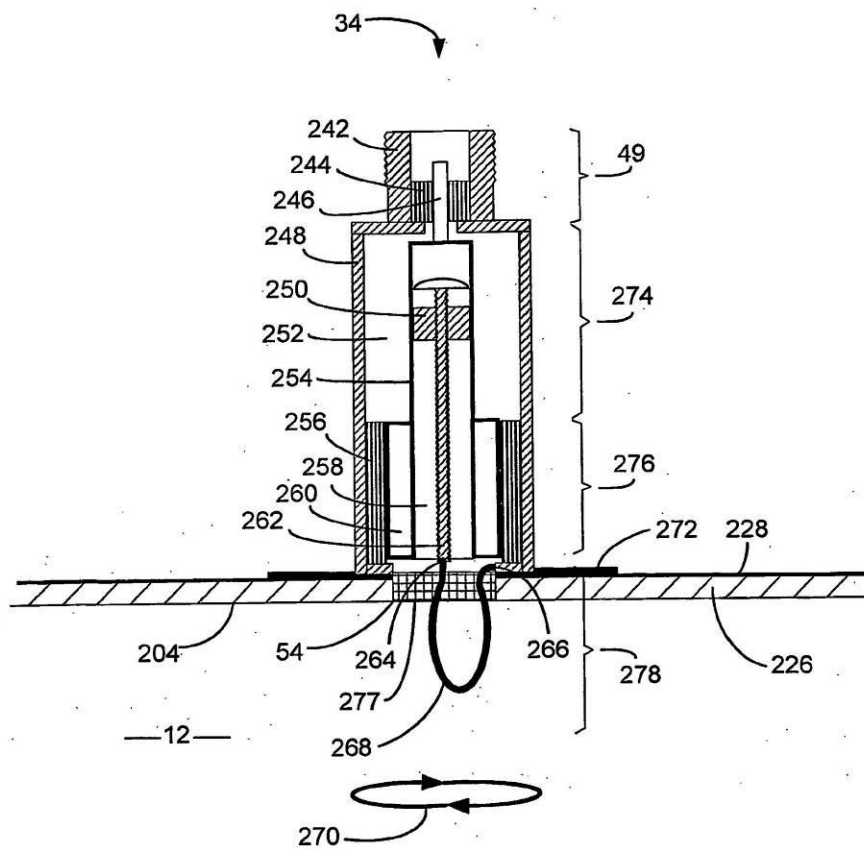




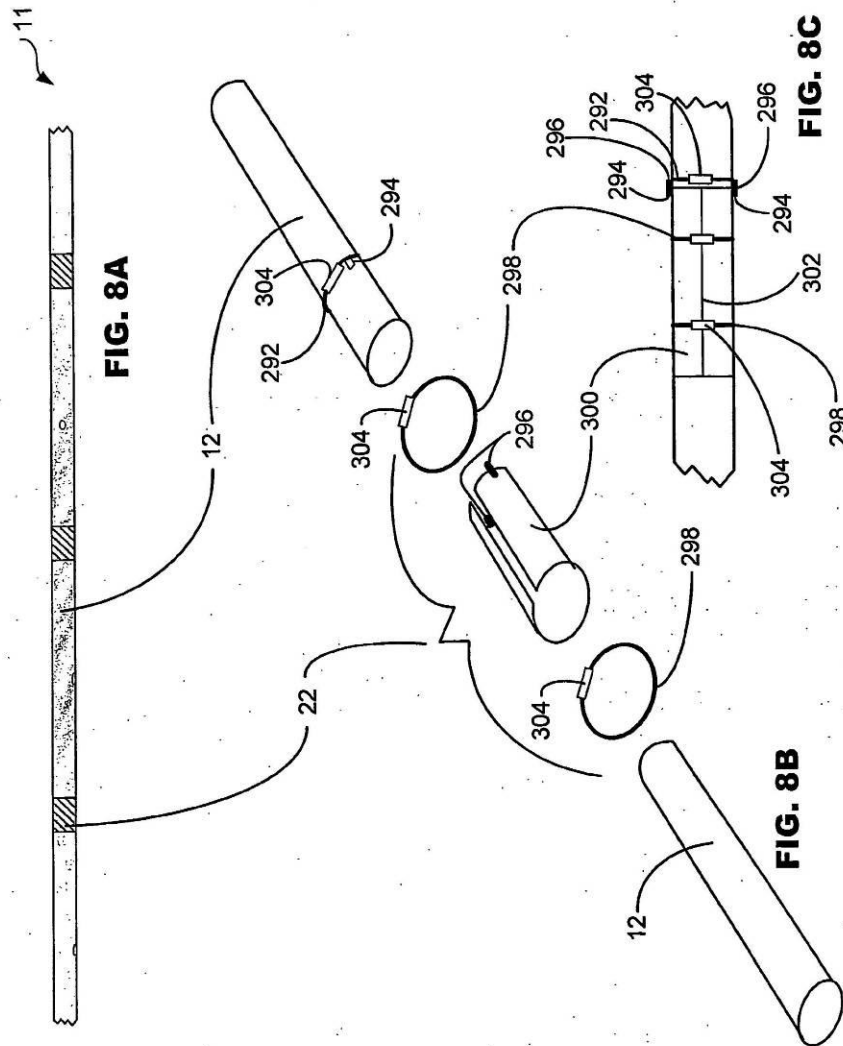


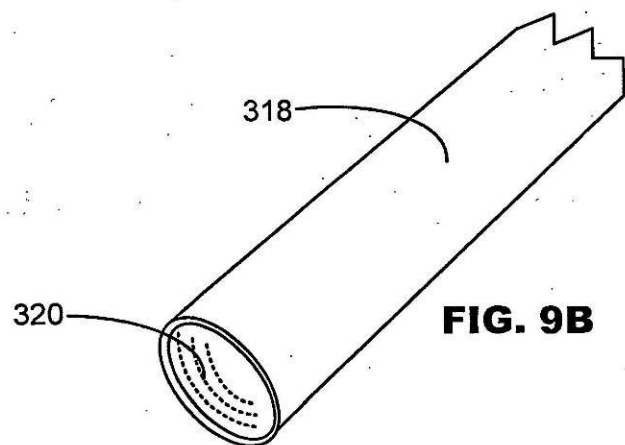
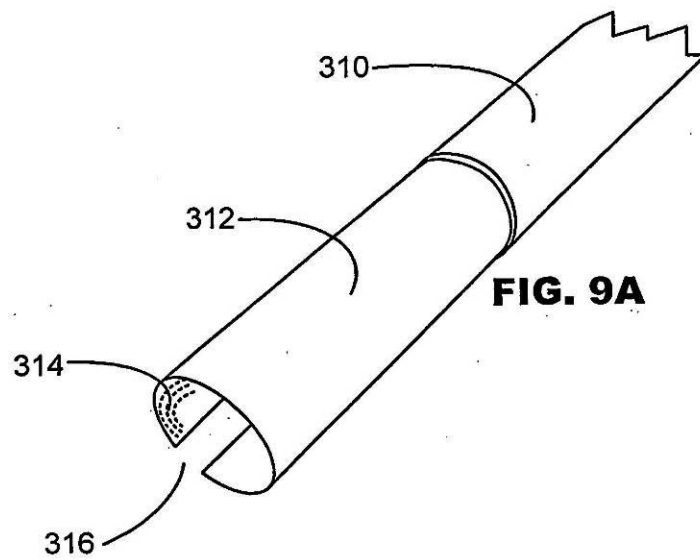


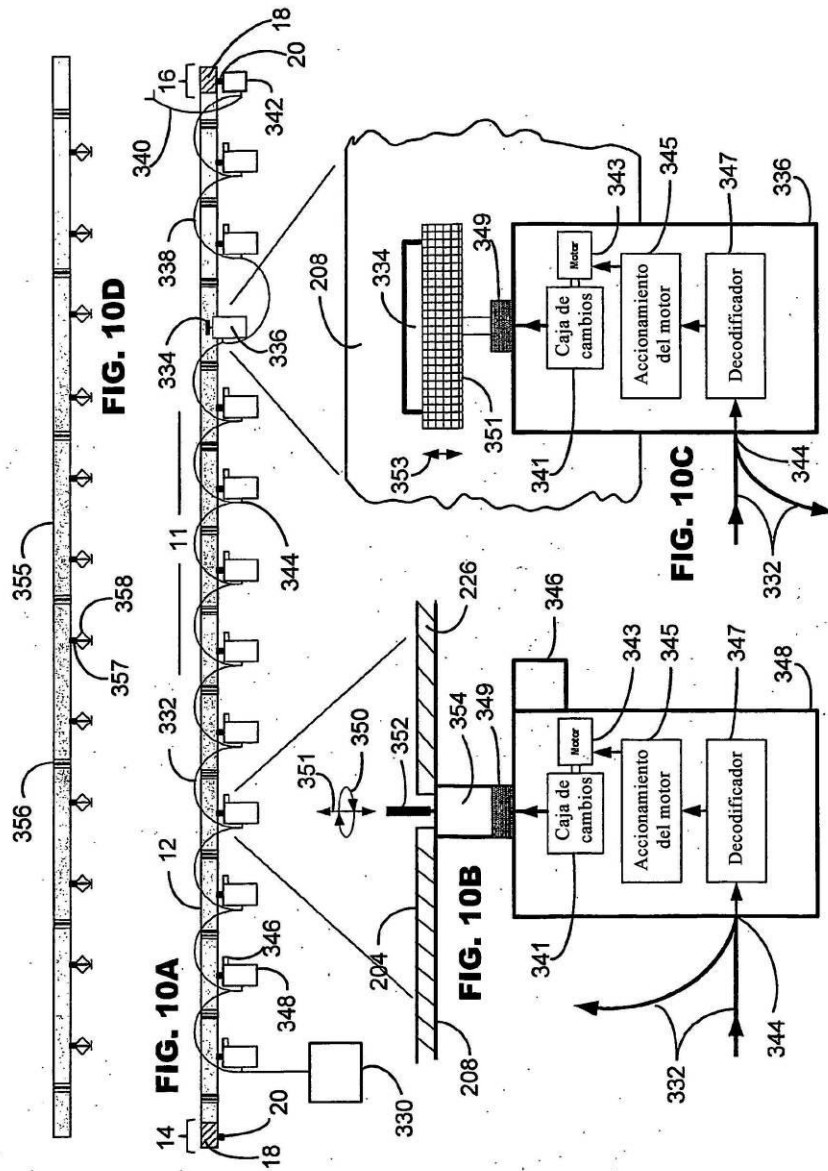
**FIG. 6**

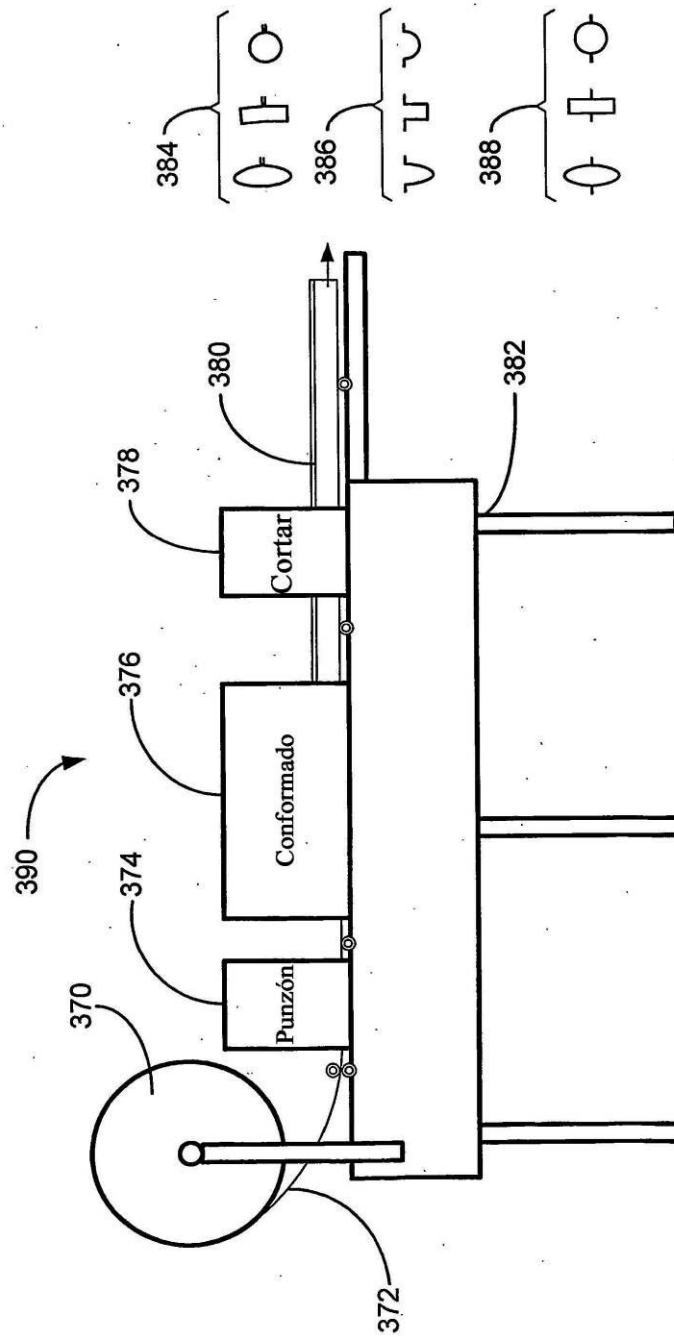


**FIG. 7**

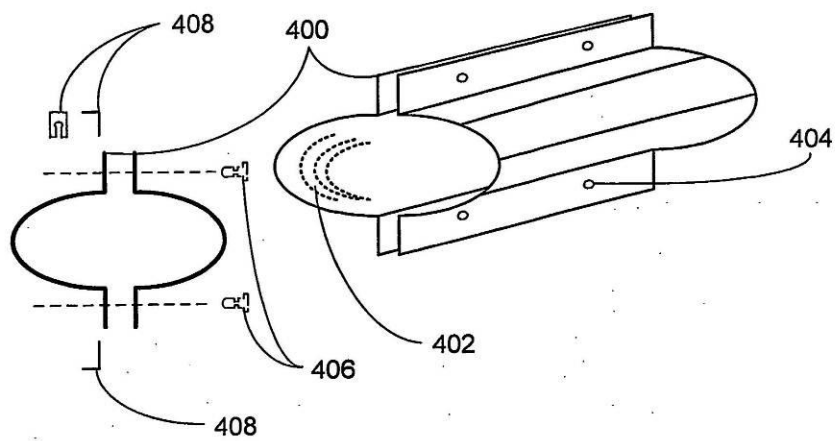






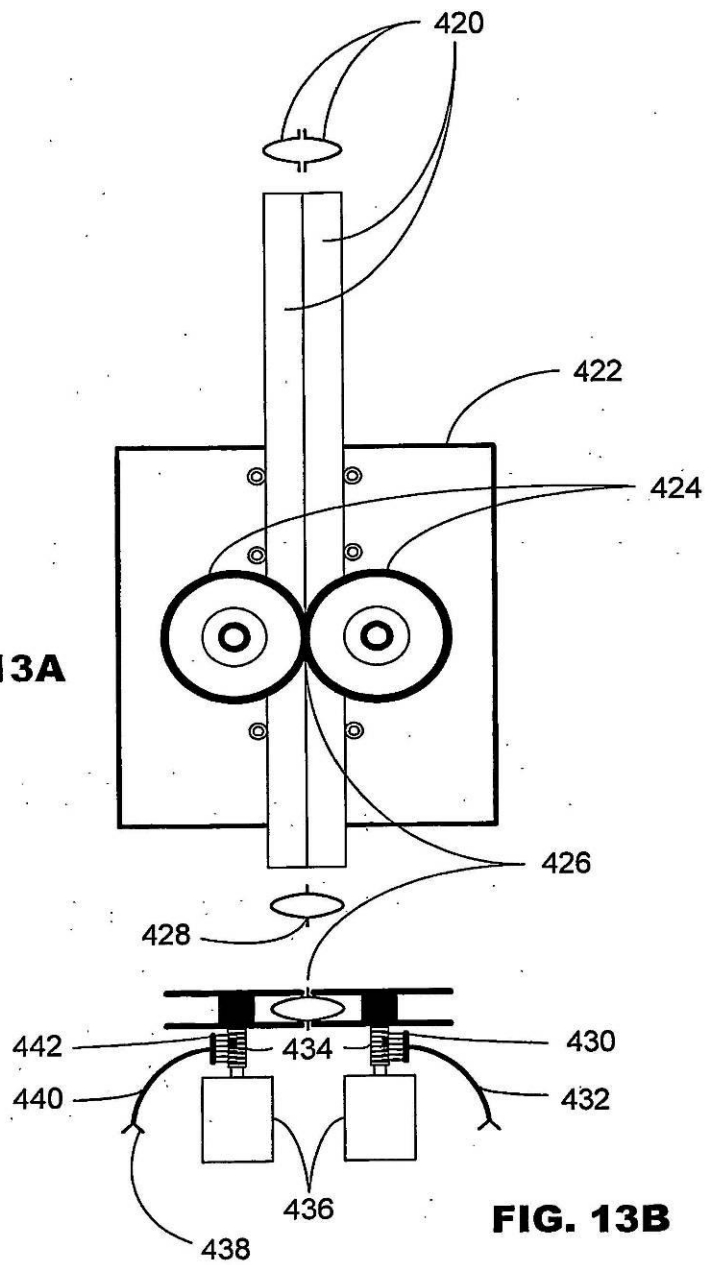


**FIG. 11**



**FIG. 12**

**FIG. 13A**



**FIG. 13B**

Medición de (VSWR) de una versión en sección transversal elíptica de 200 pies de una guía de onda

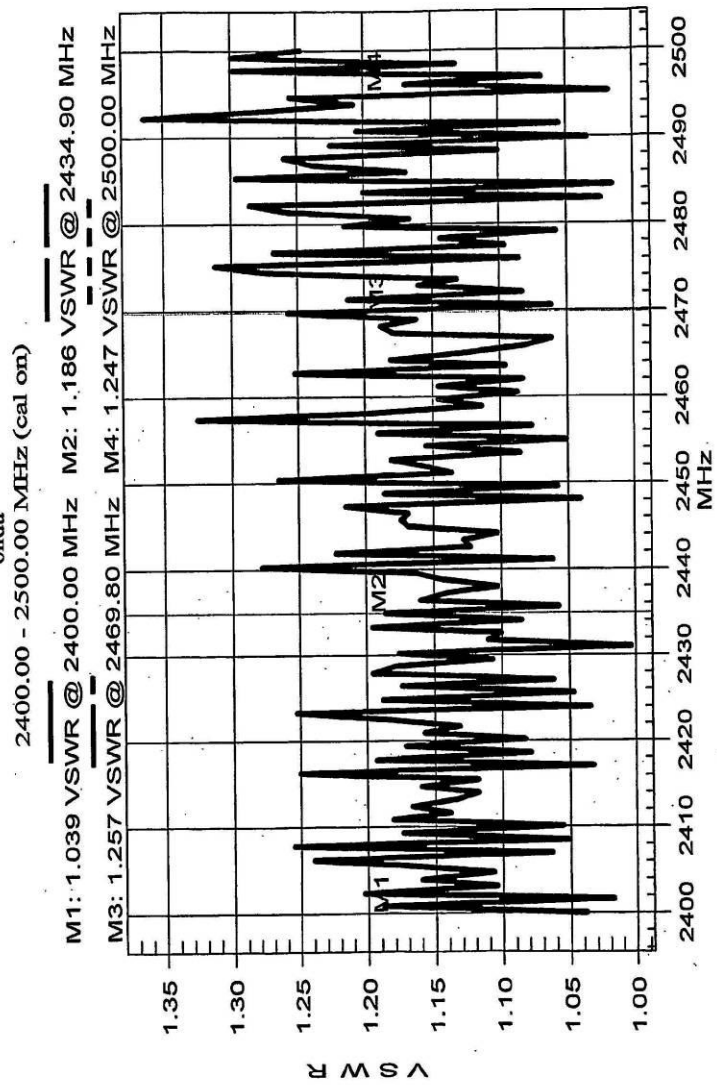
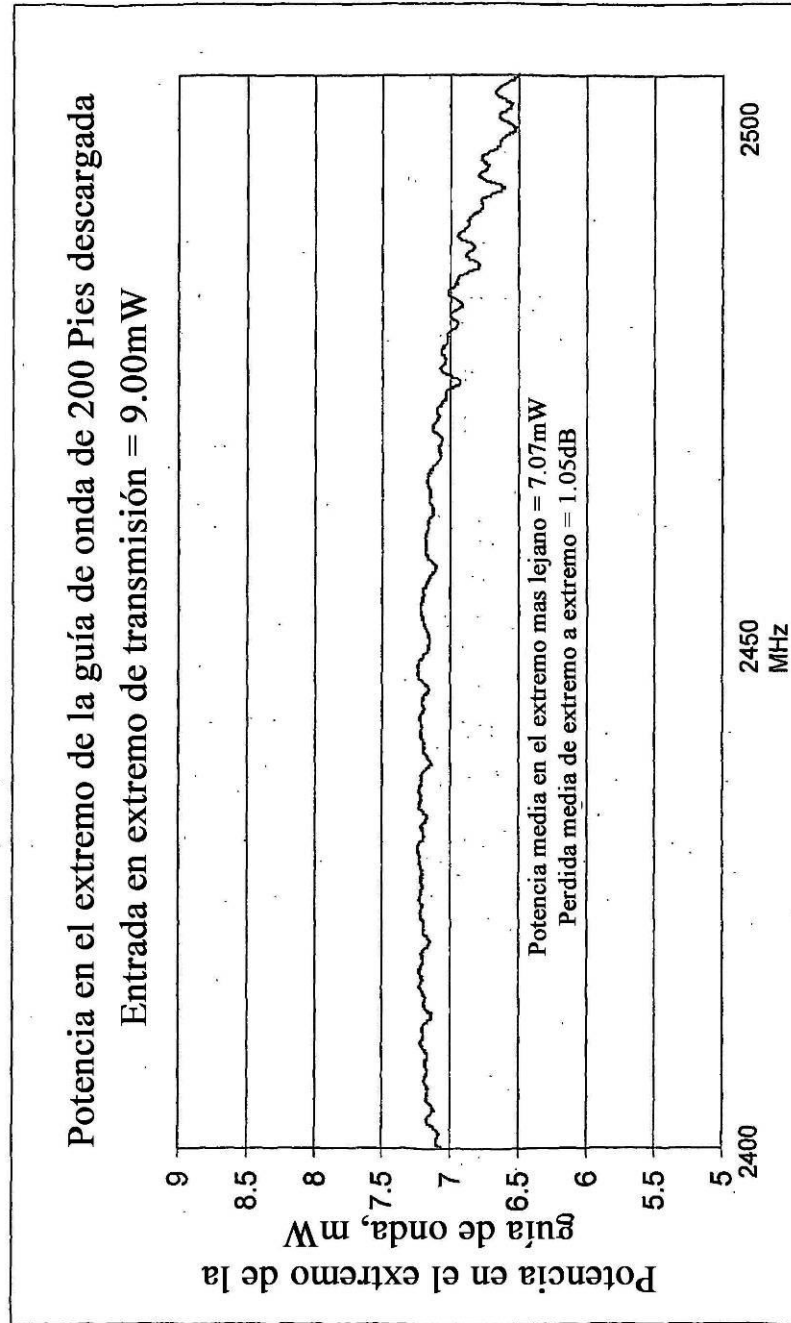
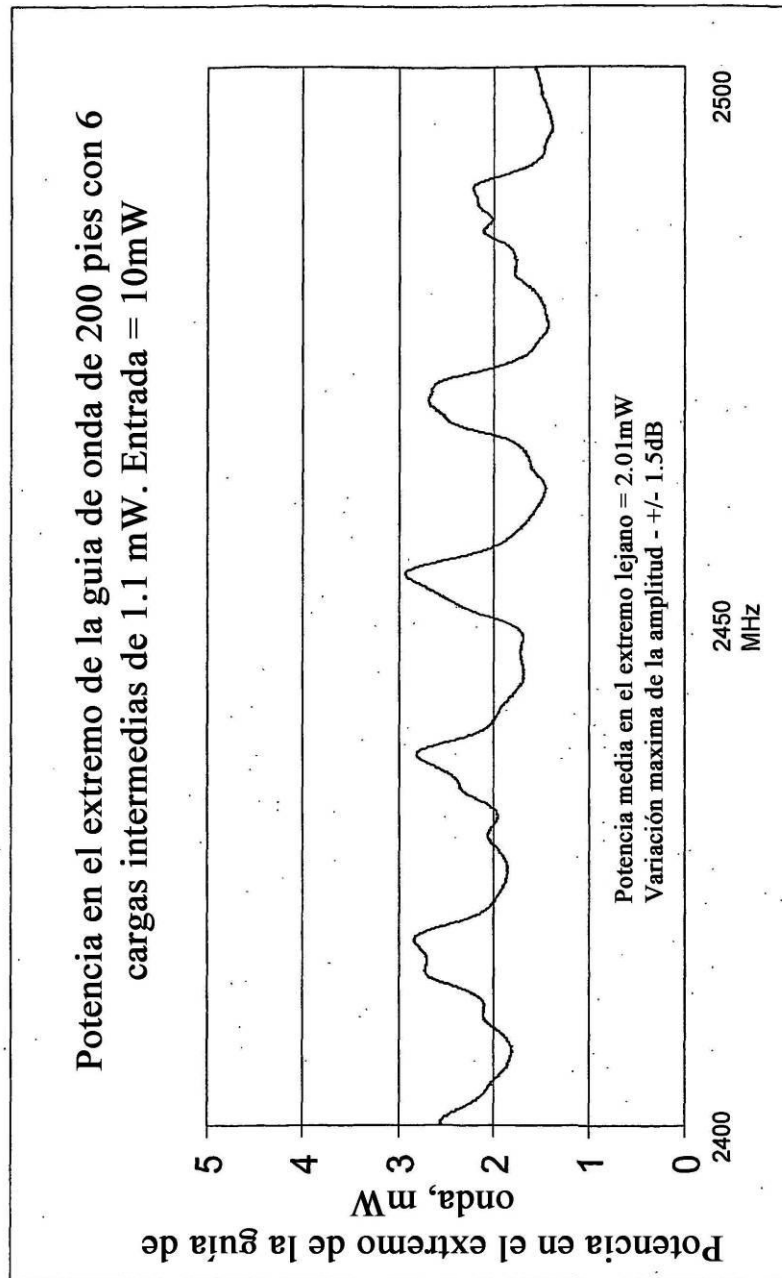


FIG. 14



**FIG. 15**

**FIG. 16**