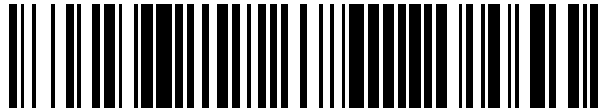


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 117**

51 Int. Cl.:

H04R 3/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.06.2011 PCT/US2011/040388**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO11159724**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2011 E 11796319 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 2580922**

54 Título: **Procesamiento mejorado de señales paramétricas y sistemas emisores y procedimientos relacionados**

30 Prioridad:

22.02.2011 US 201161445195 P
14.06.2010 US 354533 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2019

73 Titular/es:

TURTLE BEACH CORPORATION (100.0%)
12220 Scripps Summit Drive 100
San Diego, CA 92131, US

72 Inventor/es:

NORRIS, ELWOOD, G.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 730 117 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

Procesamiento mejorado de señales paramétricas y sistemas emisores y procedimientos relacionados

Reivindicación de prioridad

5 Se reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional U.S. con número de serie 61/354.533, presentada el 14 de junio de 2010 y de la solicitud de patente provisional U.S. con número de serie 61/445.195, presentada el 22 de febrero de 2011.

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

10 La presente invención versa, en general, acerca del campo de los sistemas de procesamiento de señales para ser utilizados en una reproducción de audio.

Técnica relacionada

15 Un transducción no lineal, tal como una disposición paramétrica en el aire, es el resultado de la introducción de señales ultrasónicas moduladas suficientemente intensas de audio en una columna de aire. La demodulación automática, o conversión descendente, se produce a lo largo de la columna de aire, dando lugar a la producción de una señal acústica audible. Este procedimiento se produce debido al principio físico conocido de que cuando se radian simultáneamente dos ondas de sonido con distintas frecuencias en el mismo medio, se produce una forma de onda modulada que incluye la suma y la diferencia de las dos frecuencias mediante la interacción no lineal (paramétrica) de las dos ondas de sonido. Cuando las dos ondas originales de sonido son ondas ultrasónicas y se selecciona que la diferencia entre ellas sea una frecuencia de audio, se puede generar un sonido audible mediante la interacción paramétrica.

20 Aunque la teoría de la transducción no lineal ha sido abordada en numerosas publicaciones, las tentativas comerciales por capitalizar este fenómeno interesante han fracasado en gran medida. La mayoría de los conceptos básicos integrales a tal tecnología, aunque son relativamente sencillos de implementar y de demostrar en condiciones de laboratorio, no se prestan a aplicaciones en las que son necesarias salidas de volumen relativamente alto. Al aplicarse 25 las tecnologías características de la técnica anterior a aplicaciones comerciales o industriales que requieren niveles elevados de volumen, la distorsión de la salida de sonido producida paraméricamente ha tenido como resultado sistemas inadecuados.

30 Sea el emisor un emisor piezoeléctrico, o un emisor electrostático o de película PVDF, para lograr niveles de volumen de magnitud útil, los sistemas convencionales a menudo requerían que el emisor fuese excitado a niveles intensos. A menudo, estos niveles intensos han sido mayores que las limitaciones físicas del dispositivo emisor, lo que tiene como resultado niveles elevados de distorsión o tasas elevadas de fallo del emisor, o ambos, sin lograr la magnitud requerida para muchas aplicaciones comerciales.

35 Los intentos por abordar estos problemas incluyen tales técnicas como la obtención de la raíz cuadrada de la señal de audio, el uso de modulación de amplitud de banda lateral única ("SSB") a niveles bajos de volumen con una transición a una modulación de amplitud de banda lateral doble ("DSB") a volúmenes más altos, técnicas de corrección recurrente de errores, etc. Aunque cada una de estas técnicas ha demostrado tener cierto mérito, no han permitido por separado, o en combinación, la creación de un sistema emisor paramétrico con un volumen de gran potencia, de baja distorsión y de alta calidad. El presente inventor ha descubierto, de hecho, que en ciertas condiciones algunas de las técnicas descritas anteriormente provocan realmente más distorsión medida de lo que lo hace un sistema 40 refinado de componentes similares sin la presencia de estas técnicas de la técnica anterior.

El documento US-A-2001/0007591 da a conocer un sistema paramétrico convencional de audio.

El documento EP-A-0973152 da a conocer otro sistema paramétrico convencional de audio.

El documento JP 2005 353989 A da a conocer un inductor complejo en forma de un transformador con núcleo olla para un altavoz.

Sumario de la invención

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema emisor de señales paramétricas según se define en la reivindicación 1 de aquí en adelante.

Serán evidentes características y ventajas adicionales de la invención a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustran conjuntamente, a modo de ejemplo, características de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Los siguientes dibujos ilustran realizaciones ejemplares para llevar a cabo la invención. Los números similares de referencia hacen referencia a partes similares en distintas vistas o realizaciones de la presente invención en los dibujos.

- 5 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar de procesamiento de señales según una realización de la invención;
 la FIG. 2 es un diagrama de bloques de una disposición ejemplar de amplificador y de emisor según una realización de la invención;
 la FIG. 3A es una curva de respuesta en frecuencia de una señal modulada típica de doble banda lateral generada por un sistema convencional de procesamiento de señales, mostrada con una curva mejorada de respuesta en frecuencia (que tiene una mayor amplitud) según la presente invención superpuesta sobre la misma;
 10 la FIG. 3B es una curva de respuesta en frecuencia de una señal modulada típica de una única banda lateral generada por un sistema convencional de procesamiento de señales, mostrada con una curva mejorada de respuesta en frecuencia (que tiene una mayor amplitud) según la presente invención superpuesta sobre la misma;
 la FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar de procesamiento de una señal de audio según una realización de la invención;
 15 la FIG. 5 es una vista esquemática en perspectiva de un emisor ejemplar según una realización de la invención;
 la FIG. 6 es una vista lateral esquemática de una realización del emisor de la FIG. 5;
 la FIG. 7 es una vista lateral esquemática de otra configuración del emisor de la FIG. 5;
 la FIG. 8 es una vista lateral esquemática parcial de otra configuración del emisor de la FIG. 5;
 20 la FIG. 9 es una vista lateral esquemática parcial de otra configuración del emisor de la FIG. 5;
 la FIG. 10 es una curva de respuesta en frecuencia de una señal típica generada por un sistema convencional de procesamiento de señales, mostrada con una curva mejorada de respuesta en frecuencia (que tiene una mayor amplitud) de la presente invención superpuesta sobre la misma;
 la FIG. 11 es una representación gráfica de una forma de selección estratégica de una frecuencia de ondas estacionarias creada mediante una separación deliberada de la pantalla de protección de la cara del emisor según una realización de la invención;
 25 la FIG. 12 es un diagrama de bloques de una disposición ejemplar de amplificador y de emisor según una realización de la invención;
 la FIG. 13 es un diagrama de bloques de una disposición ejemplar de amplificador y de emisor según una realización de la invención;
 30 la FIG. 14 es un diagrama de bloques de una disposición ejemplar de amplificador y de emisor según una realización de la invención;
 la FIG. 15 es una vista en sección de un núcleo olla utilizado en un conjunto de inductor/transformador según una realización de la invención;
 35 la FIG. 16 es una curva de respuesta en frecuencia de una señal generada mediante un sistema convencional de procesamiento de señales, mostrado con una curva mejorada de respuesta en frecuencia (que tiene una mayor amplitud) de la presente invención superpuesta sobre la misma; y
 la FIG. 17 incluye un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para optimizar un sistema emisor paramétrico que tiene un transformador con núcleo olla acoplado entre un amplificador y un emisor según una realización de la invención.
 40

Descripción detallada

Se hará ahora referencia a las realizaciones ejemplares ilustradas en los dibujos, y se utilizará en la presente memoria lenguaje específico para describirlas. No obstante, se comprenderá que no se prevé con ello ninguna limitación del alcance de la invención. Se debe considerar que las alteraciones y modificaciones adicionales de las características inventivas ilustradas en la presente memoria, y las aplicaciones adicionales de los principios de la invención según se ilustran en la presente memoria, que se le ocurrirían a un experto en la técnica relevante y que tenga acceso a la presente divulgación, se encuentran dentro del alcance de la invención.
 45

Definiciones

Según se utilizan en la presente memoria, las formas singulares “un” y “el” pueden incluir referentes plurales, a no ser que el contexto dicte claramente lo contrario. Por lo tanto, por ejemplo, una referencia a “un emisor” puede incluir uno o más de tales emisores.
 50

Según se utiliza en la presente memoria, el término “sustancialmente” hace referencia a la medida o al grado completo o casi completo de una acción, una característica, una propiedad, un estado, una estructura, un artículo o un resultado. Por ejemplo, un objeto que está “sustancialmente” rodeado significaría que el objeto bien está rodeado completamente o rodeado casi completamente. El grado permisible exacto de desviación de una completitud absoluta puede depender, en algunos casos, del contexto específico. Sin embargo, en términos generales la cercanía de la finalización será tal que tenga el mismo resultado general como si se obtuviese una finalización absoluta y total. El uso de “sustancialmente” es igualmente aplicable cuando se utiliza con una connotación negativa para hacer referencia a la falta completa o casi completa de una acción, una característica, una propiedad, un estado, una estructura, un artículo
 55

o un resultado. En otras palabras, una composición que está “sustancialmente libre de” un ingrediente o un elemento puede seguir conteniendo realmente tal artículo, siempre que no haya un efecto perceptible del mismo.

Según se utiliza en la presente memoria, el término “aproximadamente” se utiliza para proporcionar flexibilidad al punto final de un intervalo numérico, permitiendo que un valor dado pueda encontrarse “un poco por encima” o “un poco por debajo” del punto final.

Según se utiliza en la presente memoria, se puede presentar una pluralidad de artículos, de elementos estructurales, de elementos de una composición y/o de materiales en una lista común en aras de la conveniencia. Sin embargo, estas listas deberían ser interpretadas como si cada miembro de la lista estuviese identificado individualmente como un miembro separado y único. Por lo tanto, no se debería interpretar ningún miembro individual de tal lista como un equivalente *de facto* de cualquier otro miembro de la misma lista únicamente en función de su presentación en un grupo común sin indicaciones de lo contrario.

Los datos numéricos pueden expresarse o presentarse en la presente memoria en un formato de intervalo. Se debe comprender que tal formato de intervalo se utiliza simplemente en aras de la conveniencia y de la brevedad y, por lo tanto, debería interpretarse con flexibilidad para incluir no solo los valores numéricos enumerados explícitamente como los límites del intervalo, sino también incluir todos los subintervalos o valores numéricos individuales incluidos en ese intervalo como si cada subintervalo y valor numérico estuviese enumerado explícitamente. Como ilustración, se debería interpretar que un intervalo numérico de “aproximadamente 1 hasta aproximadamente 5” incluya no solo los valores enumerados explícitamente de aproximadamente 1 hasta aproximadamente 5, sino que también incluya valores y subintervalos individuales en el intervalo indicado. Por lo tanto, en este intervalo numérico se incluyen los valores individuales tales como 2, 3 y 4 y los subintervalos tales como de 1-3, de 2-4 y de 3-5, etc., al igual que 1, 2, 3, 4 y 5, individualmente.

Este mismo principio se aplica a intervalos que enumeran únicamente un valor numérico como un mínimo o un máximo. Además, tal interpretación debería aplicarse con independencia de la amplitud del intervalo o de las características que se estén describiendo.

Invención

La presente invención proporciona un sistema de emisión de señales paramétricas según la reivindicación 1. Cualquier materia objeto descrita en la presente memoria que no se encuentra dentro del alcance de la reivindicación 1 solo se proporciona con fines informativos. El sistema de emisión de señales paramétricas de la presente invención ha resultado ser mucho más eficaz que los sistemas de la técnica anterior (creando una mayor salida con un consumo energético mucho menor), mientras que también proporciona calidad acústica que no podría lograrse utilizando sistemas emisores paramétricos de la técnica anterior.

En la FIG. 1 se ilustra esquemáticamente un sistema ejemplar 10 no limitante de procesamiento de señales según la presente invención. En la presente realización, se ilustran diversos componentes o circuitos de procesamiento en el orden progresivo (con respecto al recorrido del procesamiento de la señal) en el que se disponen según una implementación de la invención. Aunque una o más realizaciones de la invención están limitadas al orden específico expuesto o mostrado en la presente memoria, se debe comprender que los componentes del circuito de procesamiento pueden variar, igual que el orden en el que la señal de entrada es procesada por cada circuito o componente. Además, dependiendo de la realización, el sistema 10 de procesamiento puede incluir más o menos componentes o circuitos que los mostrados.

Además, el ejemplo mostrado en la FIG. 1 está optimizado para su uso procesando múltiples canales de entrada y de salida (por ejemplo, una señal “estéreo”), con diversos componentes o circuitos que incluyen componentes sustancialmente coincidentes para cada canal de la señal. Se debe comprender que el sistema puede implementarse de forma igualmente eficaz en un único canal de señales (por ejemplo, una señal “mono”), en cuyo caso se puede utilizar un único canal de componentes o de circuitos en lugar de los múltiples canales mostrados.

Con referencia ahora a la realización ejemplar mostrada en la FIG. 1, un sistema 10 de procesamiento de señales de múltiples canales puede incluir entradas de audio que pueden corresponderse con los canales izquierdo 12a y derecho 12b de una señal de entrada de audio. Los circuitos compresores 14a, 14b comprimen el intervalo dinámico de la señal entrante, aumentando, de forma eficaz, la amplitud de ciertas porciones de las señales entrantes y reduciendo la amplitud de ciertas otras porciones de las señales entrantes, lo que tiene como resultado un intervalo más estrecho de amplitudes de audio. En un aspecto, los compresores reducen la amplitud de pico a pico de las señales de entrada en una relación no inferior a aproximadamente 2:1. La regulación de las señales de entrada a un intervalo más estrecho de amplitud puede eliminar, de forma ventajosa, la distorsión por sobremodulación que es característica del intervalo dinámico limitado de esta clase de sistemas de modulación.

Después de que se comprimen las señales de audio, las redes 16a, 16b de ecualización proporcionan una ecualización de la señal. De forma ventajosa, las redes de ecualización amplifican las frecuencias más bajas para aumentar el beneficio proporcionado naturalmente por la combinación de emisor/inductor del conjunto emisor paramétrico (32a, 32b, por ejemplo, en la FIG. 2).

Se pueden utilizar circuitos 18a, 18b de filtro de paso bajo para proporcionar un corte marcado de las porciones altas de la señal, con circuitos 20a, 20b de filtro de paso alto proporcionando un corte marcado de las porciones bajas de las señales de audio. En una realización ejemplar de la presente invención, se utilizan filtros 18a, 18b de paso bajo para cortar señales superiores a 15 kHz, y se utilizan filtros 20a, 20b de paso alto para cortar señales inferiores a 200 Hz (estos puntos de corte son ejemplares y están basados en un sistema que utiliza un emisor que tiene del orden de trescientos veintidós centímetros cuadrados de la cara del emisor).

De forma ventajosa, los filtros 20a, 20b de paso alto pueden cortar las bajas frecuencias que, tras la modulación, tienen como resultado una desviación muy pequeña de la frecuencia portadora (por ejemplo, esas porciones de la señal modulada de las FIGURAS 3A y 3B que se encuentran más cercanas a la frecuencia portadora). Es muy difícil que el sistema reproduzca estas bajas frecuencias de forma eficaz (por ejemplo, se puede desperdiciar mucha energía intentando reproducir estas frecuencias), e intentar reproducirlas puede someter a mucho esfuerzo a la película del emisor (dado que, de lo contrario, generarían un movimiento más intenso de la película del emisor).

De forma ventajosa, los filtros 18a, 18b de paso bajo pueden cortar frecuencias más altas que, tras la modulación, podrían tener como resultado la creación de una señal heterodina audible con la portadora. A modo de ejemplo, si un filtro de paso bajo corta frecuencias superiores a 15 kHz, con una frecuencia portadora de aproximadamente 44 kHz, la señal de frecuencia diferencial no será inferior a aproximadamente 29 kHz, que sigue encontrándose fuera del intervalo audible para los seres humanos. Sin embargo, si se permitiese que pasasen frecuencias de hasta 25 kHz por el circuito de filtro, la señal de frecuencia diferencial podría encontrarse en el intervalo de 19 kHz, que está plenamente en el intervalo de la audición de los seres humanos.

En la realización ejemplar mostrada, después de pasar a través de los filtros de paso bajo y de paso alto, las señales de audio son moduladas por moduladores 22a y 22b, en los que son combinadas con una señal portadora generada por el oscilador 23. Aunque no se requiere, en un aspecto de la invención, se utiliza un único oscilador (que en una realización es excitado a una frecuencia seleccionada entre aproximadamente 40 kHz y 50 kHz, intervalo que se corresponde con cristales fácilmente disponibles que pueden ser utilizados en el oscilador) para excitar ambos moduladores 22a, 22b. Utilizando un único oscilador para múltiples moduladores, se proporciona una frecuencia portadora idéntica a múltiples canales que se emiten en 24a, 24b de los moduladores. Este aspecto de la invención puede negar la generación de cualquier frecuencia heterodina audible que podría aparecer, si no, entre los canales mientras que al mismo tiempo se reduce el número total de componentes.

Aunque no se requiere, en un aspecto de la invención, se pueden incluir filtros 27a, 27b de paso alto que sirven para filtrar señales inferiores a aproximadamente 25 kHz. De esta forma, el sistema puede garantizar que ninguna frecuencia audible entre en el amplificador a través de las salidas 24a, 24b. Como tal, solo se alimenta la onda portadora modulada al o a los amplificadores, sin ninguna aberración adjunta de audio.

Por lo tanto, el sistema 10 de procesamiento de señales recibe entradas de audio en 12a, 12b y procesa estas señales antes de alimentarlas a los moduladores 22a, 22b. En 23 se proporciona una señal oscilante, incluyendo, entonces, las salidas resultantes en 24a, 24b tanto una onda portadora (normalmente ultrasónica) como las señales de audio que están siendo reproducidas, normalmente moduladas sobre la onda portadora. La o las salidas resultantes, una vez emitidas en un medio no lineal como el aire, producen sonido paramétrico muy direccional en el medio no lineal.

Para más antecedentes de la tecnología básica que subyace a la creación de una onda audible mediante la emisión de dos ondas ultrasónicas, se remite al lector a numerosas patentes expedidas anteriormente al presente inventor, incluyendo las patentes U.S. n^{os} 5.889.870 y 6.229.899. Debido a numerosos desarrollos subsiguientes realizados por el presente inventor, se debe interpretar que estos anteriores trabajos son subordinados a la presente divulgación en el caso de que surja cualquier discrepancia entre los mismos.

Con referencia ahora a la FIG. 2, las salidas 24a, 24b del sistema 10 de procesamiento de señales pueden acoplarse electrónicamente con amplificadores 26a, 26b. Tras la amplificación, la señal puede ser enviada a los conjuntos emisores 30a, 30b, que pueden ser cualesquiera de una variedad de emisores conocidos con capacidad para emitir señales ultrasónicas. En un aspecto de la invención, se pueden ubicar inductores 28a, 28b "a bordo" de los emisores 30a, 30b (por ejemplo, en la misma carcasa, o fijados a la carcasa, o ubicados adyacentes a la misma carcasa, o cerca de la misma). Al ubicar los inductores a bordo de los emisores, la señal puede ser transportada desde el sistema de procesamiento hasta los emisores (o desde el amplificador hasta los emisores) a través de distancias sustanciales utilizando cable normal para altavoces sin someter a las líneas que transportan la señal a tensiones elevadas.

Las unidades convencionales en las que se coloca un inductor de resonancia coincidente en la placa del amplificador pueden generar tensiones muy elevadas entre el inductor en los cables o líneas que transportan la señal modulada hasta el emisor. Estas tensiones pueden ser suficientemente elevadas de forma que provoquen que las líneas de señales radien a través del aire en las bandas de radiofrecuencia AM o FM, provocando, de ese modo, una interferencia. Esta radiación puede producirse bien de armónicos de la portadora o de la frecuencia de conmutación utilizada en un amplificador de potencia de clase D, creando, por lo tanto, problemas obteniendo las homologaciones FCC y UL necesarias.

Al acoplar el o los inductores de la presente invención adyacentes al emisor, y distales de los componentes de amplificación de potencia y de procesamiento de señales, casi cualquier longitud de cableado puede separar el sistema de procesamiento de señales y los emisores. De esta forma, la multiplicación de 8-10 veces de la tensión de salida del amplificador de pico a pico ("p/p") generada por la circuitería resonante del inductor (28a, 28b) y del emisor (30a, 30b) no pasa a través del cableado (como se vería en unidades convencionales). Esta solución también evita el requisito de que los componentes de procesamiento de señales, el amplificador de potencia y el emisor sean embalados en la misma unidad, permitiendo una mayor flexibilidad en la fabricación y en el diseño cosmético. Aunque la ubicación del o de los inductores desde el emisor puede variar, en un aspecto, el o los inductores están ubicados en al menos aproximadamente siete con seis centímetros del emisor. En una realización, el o los inductores están ubicados al menos aproximadamente a sesenta y un centímetros de los componentes de amplificación de potencia y de procesamiento de señales del sistema.

Se puede utilizar una variedad de tipos adecuados de inductores 28a, 28b. Sin embargo, en un aspecto de la invención, se utiliza un inductor completamente blindado, tal como un inductor con núcleo olla. Esto puede minimizar o eliminar que se generen puntos calientes cuando se coloca el inductor en los emisores, o cerca de los mismos. Debido a que el propio material del núcleo olla es un blindaje magnético eficaz, pero no es eléctricamente conductor, tal inductor puede colocarse en proximidad estrecha al emisor sin temor de ningún tipo de acoplamiento mutuo. La capacidad de ubicar el inductor cerca del emisor contribuye a proporcionar emisores que son sustancialmente más delgados, ligeros y más estéticamente agradable.

Como apreciará una persona con un nivel normal de dominio de la técnica, el sistema 10 de procesamiento de señales consiste en componentes relativamente económicos que operan con un consumo energético sumamente bajo. Mediante el uso de circuitos integrados modernos se pueden lograr todas las funciones en un único *chip* programable (tal como un dispositivo comercializado en la actualidad con el nombre comercial Analog Devices' ADAU1701). El único consumo energético significativo del presente sistema es por los amplificadores 26a, 26b (FIG. 2), que puede ser minimizado con muchos amplificadores modernos de clase D de serie. El sistema de procesamiento de señales también permite el uso de amplificadores de potencia de los sistemas existentes, proporcionando libertad para incorporar el sistema de procesamiento en una variedad de tecnología existente. Por ejemplo, aunque los amplificadores 26a, 26b están disponibles comercialmente de forma inmediata (y de forma relativamente económica), un usuario del sistema puede desear utilizar amplificadores de una máquina existente (una máquina expendedora, por ejemplo). En este caso, el sistema de procesamiento de señales de la FIG. 1 puede incorporarse con facilidad en la máquina existente para proporcionar una capacidad de audio paramétrico a amplificadores existentes de la máquina.

El sistema 10 de procesamiento de señales proporciona un número de ventajas con respecto a los sistemas de la técnica anterior. Por ejemplo, cuando se utiliza con un emisor convencional de película sensible a la electricidad y de respuesta mecánica ("ESMR"), los sistemas convencionales a menudo proporcionan tensiones a la película del emisor que alcanza hasta 800 voltios. Muchos de tales emisores de película comienzan a averiarse a 800 voltios (p/p) o menos. Al combinar una compresión de amplitud del audio y la limitación del paso de banda de audio, se ha descubierto que el sistema actual alcanza no más de aproximadamente 300 voltios p/p, mucho menos que las máximas tensiones operativas de la mayoría de emisores de película.

Adicionalmente, las conexiones de derivación de señales (no mostradas en las figuras) pueden incorporarse con facilidad en el presente sistema de procesamiento de señales (por ejemplo, antes de los compresores 14a, 14b de audio) para excitar los componentes convencionales de baja frecuencia, tales como altavoces para frecuencias muy bajas. Normalmente, la necesidad de proporcionar direccionalidad a tales dispositivos no es importante, dado que el oído humano no puede detectar la direccionalidad de los tonos de baja frecuencia. Por lo tanto, el presente sistema podría satisfacer un intervalo de frecuencias de salida de audio con un rendimiento paramétrico de alta calidad. Además, el presente sistema puede incorporar controles (no mostrados) de volumen que pueden regular distintas entradas de línea procedentes de distintas fuentes de audio, tales como iPods™, radios, reproductores de CD, micrófonos, etc.

Cuando se desea, el sistema 10 de procesamiento de señales puede incluir una prestación de silencio automático que reduce o elimina la potencia a los amplificadores en el caso de que no haya presente ninguna señal de audio. Esta característica puede incorporarse en uno o más de los componentes o circuitos ilustrados en las FIGURAS 1 y 2. Al reducir o eliminar la potencia proporcionada a los amplificadores en ausencia de una señal de audio, se puede minimizar el uso de potencia y la generación de calor innecesarios.

El sistema de procesamiento de señales puede producir, de forma ventajosa, una salida que puede conectarse con una variedad de tipos de emisor, y ser utilizada por los mismos. En un ejemplo, se ha descubierto que un emisor de película ESMR es particularmente eficaz. En la publicación de patente U.S. nº 20050100181, que se incorpora en la presente memoria por referencia al grado en que es coherente con las enseñanzas de la presente memoria (sin embargo, se debe interpretar que el anterior trabajo está subordinado a la presente divulgación en el caso de que exista cualquier discrepancia entre los mismos), se exponen algunos emisores convencionales ejemplares de película ESMR.

La FIG. 3A ilustra algunas de las ventajas proporcionadas por la presente invención, en la que se utiliza un esquema de modulación de la amplitud de doble banda lateral. En la FIG. 3A, se muestra la frecuencia característica de un generador convencional de señales, que puede ser, por ejemplo, una frecuencia de resonancia de 40 kHz. Durante la operación, se generan bandas laterales superiores e inferiores como resultado de la modulación de la amplitud de doble banda lateral de la portadora por una señal de entrada de audio. Mostrada superpuesta sobre la misma se encuentra la frecuencia característica de una señal generada por la presente invención. Según se muestra, el presente sistema genera una señal que tiene una amplitud total que aumenta sustancialmente con respecto a una salida convencional de señal, sin ningún aumento correspondiente en la entrada de potencia requerida.

La FIG. 3B ilustra algunas de las ventajas proporcionadas por la presente invención, en la que se utiliza un esquema de modulación de la amplitud de una única banda lateral. En la FIG. 3B, se muestra la frecuencia característica de un generador convencional de señales, que puede ser, por ejemplo, una frecuencia de resonancia de 25 kHz. Durante la operación, se genera una banda lateral superior como resultado de una modulación de la amplitud de una única banda lateral de la portadora mediante una señal de entrada de audio. Mostrada superpuesta sobre la misma se encuentra la frecuencia característica de una señal generada por la presente invención. Según se muestra, el presente sistema genera una señal que tiene una amplitud total que se aumenta sustancialmente con respecto a una salida convencional de señal, sin ningún aumento correspondiente en la entrada de potencia requerida.

El sistema descrito anteriormente puede proporcionar numerosas ventajas con respecto a los sistemas convencionales. Debido al aumento en la salida y en la calidad acústica, y la capacidad para procesar con precisión entradas estéreo-fónicas, se pueden utilizar dos emisores conjuntamente para producir una calidad acústica binaural real sin requerir el uso de auriculares (como hacen todos los sistemas binaurales convencionales).

Los requisitos de potencia del presente sistema se reducen drásticamente de los de los sistemas de la técnica anterior. El presente sistema de procesamiento de señales puede ser excitado por una única fuente de alimentación y consume solo 9 vatios por canal con un uso máximo. Los sistemas convencionales consumen a menudo 130 vatios con un uso máximo, y puede variar desde 80-130 vatios durante un uso continuo. A pesar de este requisito reducido de potencia, se ha medido que el presente sistema produce varias veces el volumen de los sistemas convencionales.

Los niveles de distorsión producidos por el presente sistema son considerablemente menores que los de los sistemas convencionales. Se ha medido que algunos sistemas de ese tipo producen una distorsión del 50%-80%. El presente sistema mide una distorsión inferior al 30% (cuando se utiliza con una modulación de banda lateral única, o SSB, la distorsión puede ser de solo un 5-10%).

A pesar de todas las ventajas proporcionadas por el sistema, puede fabricarse de componentes relativamente sencillos a una fracción del coste de los sistemas convencionales. Por ejemplo, se pueden utilizar circuitos integrados modernos de forma que se logren todas las funciones en un único *chip* programable. En una realización, se utiliza un procesador de audio comercializado en la actualidad con el nombre comercial de Analog Devices ADAU1701 para implementar la funcionalidad ilustrada en la FIG. 1. Por lo tanto, un sistema completo puede requerir únicamente tres o cuatro componentes disponibles fácilmente: el procesador de audio descrito anteriormente; un medio legible por una máquina (tal como un *chip* EPROM); para almacenar programación y soportar el procesador de audio, y un cristal pequeño para proporcionar la señal de modulación. En una realización, se pueden utilizar amplificadores de clase D para amplificar la señal producida.

Algunos de los componentes, o todos ellos, pueden ser componentes digitales, que exhiben eficacias del orden de un 90% (en comparación con el 20-35% que puede obtenerse con componentes analógicos), y son mucho más fiables que muchos componentes analógicos. Los componentes digitales también reducen las necesidades de la fuente de alimentación y requieren disipadores de calor mucho menores.

Las personas con un nivel normal de dominio de la técnica apreciarán que se puede utilizar cualquier configuración del sistema para diversos fines según la implementación particular. El soporte lógico o la lógica de control que implementa la presente invención puede almacenarse en cualquier medio legible por una máquina al que puede accederse de forma local o remota por el procesador de audio. Un medio legible por una máquina puede incluir cualquier mecanismo para almacenar o transmitir información en una forma legible por una máquina. Por ejemplo, un medio legible por una máquina puede incluir memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), soportes de almacenamiento de disco magnético, soportes de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria *flash*, señales eléctricas, ópticas, acústicas u otras formas de señales propagadas (por ejemplo, ondas portadoras, señales infrarrojas, señales digitales, etc.).

En un aspecto de la invención, las funciones de procesamiento de señales pueden llevarse a cabo principalmente utilizando técnicas y componentes de procesamiento digital de señales ("DSP"). En casos en los que la capacidad de almacenamiento de memoria de los componentes de DSP es insuficiente, se pueden utilizar uno o más códecs de audio para una conversión A/D.

Con referencia ahora a la FIG. 4, se muestra un procedimiento ejemplar de procesamiento de una señal de audio según la presente invención. En este ejemplo, el intervalo dinámico de una señal de audio de entrada puede comprimirse en 40 (en algunas realizaciones, la compresión se lleva a cabo antes de la modulación de la señal de

audio). En 42, se puede ecualizar la señal de audio. En 44, un módulo de paso de banda puede filtrar la señal de audio. En 46, se puede modular una onda portadora con la señal de audio. En 48, se puede proporcionar la onda portadora modulada a un emisor adecuado.

5 Con referencia ahora a la FIG. 5, se ilustra una configuración específica de emisor ejemplar proporcionada por el presente sistema, en general, en 30a (y con más detalle en la FIG. 6). En este aspecto de la invención, un miembro 150 de soporte puede incluir un material emisor de sonido (tal como una película ESMR) 152 fijado al mismo. Cuando se le proporciona una señal procedente del sistema 10 de procesamiento de señales (no mostrado en estas figuras), el material emisor de sonido propaga una onda acústica paramétrica generada según se ha expuesto anteriormente, lo que tiene como resultado la formación de una columna sonora muy direccional (no mostrada en detalle en los dibujos). Se puede colocar una pantalla o cubierta 154 de protección sobre el material emisor de sonido para proteger el material contra un contacto involuntario por los usuarios al igual que aumentar drásticamente la salida debido a una separación estratégica de la pantalla de protección del material emisor de sonido. La pantalla o cubierta 154 de protección puede incluir una serie de aberturas 156 que permiten que pase la onda paramétrica a través de la pantalla de protección mientras se aumenta el nivel de salida emitido.

15 Como apreciará inmediatamente una persona con un nivel normal de dominio de la técnica, aunque pueden ser deseables (o incluso requeridas) pantallas o cubiertas de protección para proteger tanto a los usuarios del producto como a la propia película emisora, la presencia de una pantalla o cubierta de protección ha tenido, en el pasado, un impacto negativo sobre la salida de la unidad emisora. Tal resultado ha sido previsto, dado que la pantalla de protección interfiere, de una forma u otra, con la operación del emisor según fue diseñado. Sin embargo, el presente inventor ha desarrollado un sistema de pantalla de protección que no impacta negativamente en la salida de la unidad emisora y, debido a la acción de refuerzo de las ondas estacionarias, realmente aumenta la salida del emisor sin introducir una distorsión u otras cualidades acústicas negativas.

25 Según se muestra por ejemplo en la FIG. 4, en un aspecto de la invención, la pantalla o cubierta 154 de protección puede estar separada deliberadamente de la película 152 emisora de sonido una distancia "d" que es una función de la frecuencia de resonancia del emisor. Al controlar con cuidado esta distancia "d", el presente inventor ha desarrollado un sistema emisor (incluyendo una pantalla o cubierta de protección) que tiene una salida medida que es sustancialmente mayor que la emitida por el sistema sin el uso de una pantalla de cubierta.

30 Aunque la separación "d" de la pantalla con respecto al emisor puede variar, en un aspecto la separación es igual a una longitud de onda de la frecuencia de resonancia. En el caso en el que la frecuencia de resonancia está diseñada a 40 kHz, por ejemplo, esta separación es de aproximadamente 0,856 centímetros (medida desde el interior de la pantalla hasta la cara de la película emisora). Un emisor que tiene una pantalla o cubierta de protección colocada de esta manera tiene una mayor salida de forma mensurable. Se cree que esta separación aumenta la salida del emisor debido a la creación de ondas estacionarias entre la película y la pantalla.

35 Además de aumentar la amplitud de la salida del emisor, el control de la separación de la pantalla de protección de la película emisora también puede reducir mucho la distorsión en la señal de salida. En un aspecto de la invención, se puede variar la separación de la pantalla de protección para regular una impedancia acústica del espacio de aire entre la pantalla de protección y la cara del emisor. Más específicamente, se cree que se altera la impedancia acústica del espacio de aire inmediatamente adyacente a la cara del emisor mediante una separación controlada de la pantalla de protección para que coincida más estrechamente con la impedancia acústica de la película emisora. Se cree que se logra este resultado debido a la carga del espacio de aire con energía acústica que es desviada de nuevo a la cara del emisor por las porciones de la pantalla que bloquean el sonido en vez de permitir que pase a través de la pantalla (por ejemplo, las porciones macizas de la pantalla que no son aberturas).

45 De esta forma, se estabiliza la salida de la película emisora, dando lugar a una reducción considerable en la distorsión del sonido producido por el emisor. En un aspecto de la invención, este efecto también está relacionado funcionalmente con la separación de la pantalla en incrementos de la longitud de onda de la frecuencia de resonancia del emisor. Por ejemplo, este efecto parece máximamente pronunciado cuando la separación es una longitud de onda de la frecuencia de resonancia del emisor. Por ejemplo, este efecto parece máximamente pronunciado cuando la separación es una longitud de onda de la frecuencia de resonancia, y/o fracciones de la misma (por ejemplo, 1/4 de la longitud de onda, 1/2 de la longitud de onda, 3/4 de la longitud de onda, etc.).

50 También se ha descubierto que al variar el diámetro de las aberturas 156 también puede afectar positivamente a la salida de la película emisora. En un ejemplo, la formación de las aberturas con un diámetro de aproximadamente una mitad de una longitud de onda de la frecuencia de resonancia es óptimo. También se pueden utilizar aberturas que tienen diámetros de otras medidas fraccionarias de la longitud de onda de la frecuencia de resonancia. Además, aunque las aberturas mostradas en la FIG. 5 son generalmente circulares, pueden formarse en configuraciones más similares a ranuras (por ejemplo, ovaladas), si se desea. Además, las aberturas pueden variar del ejemplo mostrado con una separación relativa entre sí: pueden separarse o acercarse entre sí más de lo que se ilustra en la figura ejemplar.

La separación de la pantalla o cubierta 154 de protección puede lograrse de un número de formas. En la realización ejemplar mostrada en la FIG. 6, se pueden instalar piezas 162 de separación en cada borde de la cara del emisor para

mantener la pantalla de protección a la distancia especificada “d” de la cara de la película emisora. Las piezas 162 de separación pueden incluir conductores 160 formados en una cara inferior de las mismas que pueden proporcionar una conexión eléctrica con una cara del material emisor. Se puede instalar otra banda conductora 158 debajo del material emisor para proporcionar una conexión eléctrica para ese lado del material emisor. Por lo tanto, se puede realizar una conexión eléctrica firme con el material emisor sustancialmente a través de una longitud completa del material.

Las piezas 162 de separación pueden estar formadas de una variedad de materiales. Sin embargo, en el caso de que las bandas conductoras se encuentren en contacto con la pieza de separación, la pieza de separación está formada óptimamente de un material no conductor tal como madera, plástico, etc. (o revestida o aislada con un material no conductor).

La FIG. 7 ilustra otra forma en la que se puede mantener o retener la pantalla o cubierta 154b de protección en la posición predeterminada “d”. En la presente realización, el miembro 150 de soporte está fijado en el interior de un alojamiento 164b. La fijación del miembro de soporte se muestra, por ejemplo, utilizando rebordes 166a, 166b, pero se podría utilizar cualquier número de esquemas de fijación para acoplar el miembro de soporte al alojamiento, o en el interior del mismo. En la realización mostrada, el alojamiento incluye un par de paredes laterales inclinadas hacia abajo y hacia dentro 170a, 170b. La pantalla o cubierta 154b de protección puede incluir un par de paredes laterales inclinadas hacia abajo y hacia dentro 172a, 172b. Los ángulos de las paredes laterales respectivas pueden corresponderse entre sí, de forma que se retenga firmemente la pantalla o cubierta de protección contra los bordes 174a, 174b del alojamiento 164b cuando las paredes laterales están acopladas entre sí. De esta forma, una vez se instala la pantalla o cubierta de protección sobre el alojamiento, se mantiene la distancia “d”.

La instalación de la pantalla o cubierta 154b de protección sobre el alojamiento 164b (o al mismo) puede lograrse de un número de formas. En un aspecto, la pantalla o cubierta puede ser deslizada longitudinalmente con respecto al alojamiento para acoplarse con el alojamiento mientras que las paredes laterales 170a, 172a y 170b, 172b, respectivamente, se acoplan entre sí. Se pueden utilizar medios (no mostrados) de bloqueo, tales como hendiduras o ubicaciones de “encaje a presión”, para fijar la pantalla o cubierta en una posición deseada sobre el alojamiento una vez que se ha deslizado la pantalla o cubierta a la posición deseada. En otro aspecto, las paredes laterales de la pantalla o cubierta pueden ser “encajadas a presión” sobre las paredes laterales del alojamiento para fijar la pantalla o cubierta en su lugar. Como apreciará una persona con un nivel normal de dominio de la técnica que tenga acceso a la presente divulgación, el ángulo exacto en el que las paredes laterales varían con respecto a una cara delantera 176 de la pantalla o cubierta de protección no es crítico. Sin embargo, el ángulo debería variar suficientemente desde noventa grados, de forma que la pantalla o cubierta de protección no se desprenda con facilidad del alojamiento.

Con referencia ahora a la FIG. 8, se ilustra otra configuración ejemplar del alojamiento 164c y de la pantalla 154c de protección (solo se muestra un borde de la configuración, el borde opuesto puede ser una imagen especular del borde mostrado). En este aspecto de la invención, la pared lateral 178b del alojamiento incluye una hendidura 179. La pared lateral 180b de la pantalla o cubierta de protección incluye una proyección 181. Para instalar la pantalla o cubierta de protección sobre el alojamiento, la proyección 181 puede ser “encajada a presión” en la hendidura 179 para fijar y retener la pantalla o cubierta a la distancia predeterminada “d”. La hendidura y la proyección pueden extenderse longitudinalmente de forma sustancialmente completa a lo largo del borde del alojamiento, o únicamente parcialmente a lo largo del borde. En algunos aspectos de la invención, se pueden distribuir múltiples hendiduras longitudinalmente a lo largo de la pared lateral 178b y se pueden distribuir longitudinalmente múltiples proyecciones a lo largo de la pared lateral 180b.

Además, aunque la realización mostrada incluye al menos una hendidura 179 en la pared lateral 178b del alojamiento 164c (con una proyección correspondiente 181 en la pared lateral 180b de la pantalla o cubierta 154c de protección), se debe comprender que se puede intercambiar el posicionamiento de la hendidura y de la proyección. Es decir, la pared lateral 178b podría estar dotada de una proyección y la pared lateral 180b podría estar dotada de una hendidura.

En la realización ilustrada en la FIG. 9, la cubierta protectora 154d puede deslizarse libremente sobre el alojamiento 164d, con la pared lateral 184 deslizándose con respecto a la pared lateral 186. Una vez se crea la distancia deseada “d” de separación, se puede utilizar la fijación 188 para fijar la pantalla o cubierta de protección en una relación mutua.

Aunque los diversos esquemas de fijación ilustrados en las FIGURAS 7, 8 y 9 se muestran independientemente entre sí, se debe comprender que se puede utilizar más de un tipo de esquema de fijación para fijar y retener la cubierta protectora en el alojamiento. Por ejemplo, se podrían utilizar las paredes laterales inclinadas de la FIG. 7 junto con el esquema de proyección/hendidura de la FIG. 8 y, si se desea, se podría utilizar una fijación mecánica para fijar el conjunto para evitar un movimiento involuntario de la pantalla o cubierta de protección con respecto al alojamiento.

Las FIGURAS 10 y 11 ilustran ventajas proporcionadas por la presente invención. En la FIG. 10, se muestra la frecuencia característica de un generador convencional de señales que puede, por ejemplo, ser una frecuencia de resonancia de 40 kHz. Durante la operación, se generan bandas laterales superiores e inferiores como resultado de la modulación de la amplitud de la banda lateral doble de la onda portadora por una señal de entrada de audio. Se muestra superpuesta sobre la misma la frecuencia característica de una señal generada por la presente invención. Mediante la separación estratégica de la pantalla 154 (según se ilustra en las FIGURAS 6, 7, 8 y 9) delante del emisor,

se aumenta sustancialmente la amplitud total del sistema con respecto a una salida convencional de señales, sin ningún aumento correspondiente en la entrada de potencia requerida.

La FIG. 11 ilustra gráficamente una forma de seleccionar la distancia de separación de la pantalla de protección de la cara de la película del emisor. Como ejemplo, se puede establecer la frecuencia natural de resonancia del emisor a 46,8 kHz (ese es un factor únicamente de la configuración física del emisor). El pico de 46,8 kHz mostrado en la FIG. 11 es teóricamente la frecuencia característica a la que debería operar el emisor. Sin embargo, en cuanto se aplica potencia a la película emisora, se calienta ligeramente (como lo hace cualquier material capacitivo), y provoca que la frecuencia operativa de resonancia se desplace hacia abajo (hasta el pico de 42,6 kHz mostrado en la FIG. 11). Con el presente sistema, este desplazamiento se produce aproximadamente cinco a diez segundos después de aplicar potencia al emisor.

En una realización de la presente invención, se escoge la separación ("d" en las FIGURAS 6, 7, 8 y 9) de la pantalla de forma que se creen ondas estacionarias en la ubicación de la frecuencia hasta la que se mueve la curva de respuesta después de calentarse (por ejemplo, hasta 42,6 kHz en el ejemplo mostrado). La creación de ondas estacionarias a la frecuencia operativa de resonancia del sistema aumenta la magnitud de la salida del sistema según se muestra en la FIG. 11. Esta separación deliberada tiene como resultado un aumento medido en la salida de hasta 5-6 dB.

El sistema descrito anteriormente puede proporcionar numerosas ventajas con respecto a los sistemas convencionales. Debido al aumento en la salida y en la calidad acústica, y a la capacidad para procesar con precisión las entradas estéreo, se pueden utilizar dos emisores conjuntamente para producir una calidad acústica binaural real sin requerir el uso de auriculares (como hacen todos los sistemas binaurales convencionales).

Se reducen los requisitos de potencia para el presente sistema de los de los sistemas de la técnica anterior. El presente sistema de procesamiento de señales puede ser excitado por una fuente de alimentación sencilla y consume solo 22 vatios por canal con un uso máximo. Los sistemas convencionales a menudo consumen 130 vatios con un uso máximo, y pueden variar desde 80-130 vatios durante un uso continuo. A pesar de este menor requisito de potencia, se ha medido que el presente sistema produce varias veces el volumen de los sistemas convencionales.

Los niveles de distorsión producidos por el presente sistema son considerablemente menores que los de los sistemas convencionales. Se ha medido que algunos sistemas de ese tipo producen una distorsión del 50%-80%. El presente sistema mide menos de aproximadamente un 30% de distorsión, lo que es una mejora significativa con respecto a las unidades convencionales.

Aunque no se requiere que así sea, en un aspecto de la invención, se puede acoplar un condensador (no mostrado) que tiene un coeficiente de temperatura negativo entre los extremos de la película emisora en paralelo con la película. De esta forma, dado que la temperatura del emisor aumenta durante su uso, se reduce el coeficiente del condensador, manteniendo, de ese modo, una respuesta relativamente constante en frecuencia por el emisor.

Con referencia ahora a la FIG. 12, se muestra una configuración ejemplar de amplificador/ emisor según un aspecto de la invención. Se debe hacer notar, en aras de facilitar la descripción, que solo se muestra una configuración de amplificador/emisor, acoplada con la salida 24a de la FIG. 1. Normalmente, el circuito de la FIG. 1 alimentaría dos conjuntos tales de amplificador/emisor, alimentados desde las salidas 24a y 24b (en cuyo caso, debido al oscilador común 23, se podría aplicar la misma señal portadora a ambos conjuntos de amplificador/emisor).

Normalmente, la señal del sistema 10 de procesamiento de señales está acoplada electrónicamente con el amplificador 226a. Tras la amplificación, se suministra la señal al conjunto emisor 232a. En la realización mostrada, el conjunto emisor incluye un emisor 230a que puede ser operable a niveles ultrasónicos. Un inductor 228a forma un circuito resonante paralelo con el emisor 230a. Al configurar el inductor en paralelo con el emisor, la corriente circula a través del inductor y del emisor (según se representa esquemáticamente mediante el bucle 240) y se puede lograr un circuito resonante paralelo.

Muchos sistemas convencionales utilizan un inductor orientado en serie con el emisor. La desventaja de esta disposición es que tal circuito resonante debe provocar necesariamente que la corriente desperdiciada fluya a través del inductor. Según se conoce en la técnica, el emisor 230a rendirá de forma óptima en el punto (o cerca del mismo) en el que se logra una resonancia eléctrica en el circuito. Sin embargo, el amplificador 226a introduce cambios en el circuito, que pueden variar por la temperatura, la variación de las señales, el rendimiento del sistema, etc. Por lo tanto, puede ser más difícil obtener (y mantener) una resonancia estable en el circuito cuando el inductor 228a está orientado en serie con el emisor (y con el amplificador).

La realización de la invención ilustrada en la FIG. 12 permite que se logre la resonancia en el circuito inductor/emisor sin la presencia directa del amplificador en el recorrido de la corriente en circulación (por ejemplo, el bucle 240), lo que tiene como resultado un rendimiento más estable y previsible del emisor y que se desperdicie significativamente menos potencia en comparación con los circuitos resonantes convencionales en serie. La obtención de una resonancia a un rendimiento óptimo del sistema puede mejorar mucho la eficacia del sistema (es decir, reduce la potencia consumida por el sistema) y reducir mucho el calor producido por el sistema.

El inductor 228a puede ser de una variedad de tipos conocidos por las personas con un nivel normal de dominio de la técnica. Sin embargo, los inductores generan un campo magnético que puede tener "fugas" más allá de los confines del inductor. Este campo puede interferir con la operación y/o la respuesta del emisor paramétrico. Además, muchos pares de inductor/emisor utilizados en aplicaciones acústicas paramétricas operan a tensiones que generan una gran cantidad de energía térmica. El calor también puede afectar negativamente al rendimiento de un emisor paramétrico.

Por al menos estas razones, en la mayoría de sistemas convencionales de sonido paramétrico el inductor está ubicado físicamente a una distancia considerable del emisor. Aunque esta solución aborda los problemas resumidos anteriormente, añade otra complicación significativa: la señal transportada desde el inductor hasta el emisor es, generalmente, una tensión relativamente alta (del orden de 160 V pico a pico o más). Como tal, el cableado que conecta el inductor con el emisor debe estar homologado para aplicaciones de tensión elevada. Además, pueden ser necesarios "tendidos" largos del cableado en ciertas instalaciones, lo que puede ser tanto costoso como peligroso, y también puede interferir con los sistemas de comunicaciones no relacionados con el sistema emisor paramétrico.

El presente inventor ha abordado este problema de varias formas. En un aspecto de la invención, el inductor 228a (y, como un componente 241, 241' de un transformador 239, 239' mostrado en las FIGURAS 13 y 14) es un inductor de "núcleo olla" que se mantiene en el núcleo 250 olla (FIG. 15), formado normalmente de un material de ferrita. El núcleo olla sirve para confinar los devanados del inductor y el campo magnético generado por el inductor. El núcleo olla ilustrado en 250 en la FIG. 15 solo se muestra con fines ejemplares. Normalmente, tal núcleo olla incluirá una pared externa 253 y una pared interna 251. La pared externa rodea de forma sustancialmente completa los devanados del transformador en el núcleo olla, mientras que los devanados del transformador circunscriben la pared interna.

Normalmente, el núcleo 250 olla incluye dos mitades de ferrita que definen una cavidad 252 en la cual pueden disponerse las bobinas del inductor (los devanados del inductor están enrollados, en general, en un carrete o estructura similar antes de disponerse en el interior de la cavidad). Un entrehierro "G" puede servir para aumentar drásticamente la permeabilidad del núcleo olla sin afectar a la capacidad de blindaje del núcleo (el o los inductores en el núcleo olla están blindados de forma sustancialmente completa). Por lo tanto, al aumentar el tamaño del entrehierro "G", se aumenta la permeabilidad del núcleo olla. Sin embargo, el aumento del entrehierro también provoca un aumento en el número de espiras requeridas en el o los inductores contenidos en el núcleo olla para lograr una cantidad deseada de inductancia.

Por lo tanto, un gran entrehierro puede aumentar drásticamente la permeabilidad y al mismo tiempo reducir el calor generado por un inductor mantenido en el núcleo olla, sin comprometer las propiedades de blindaje del núcleo. Sin embargo, al aumentar el tamaño del entrehierro, se requieren más devanados en el inductor (228a, 241, 241') para lograr la inductancia requerida para que coincida con la del emisor 230a (por ejemplo, para crear un circuito resonante con el emisor). Según se expone más adelante, el presente inventor se aprovecha de esta aparente desventaja para el aumento del tamaño del entrehierro "G".

Otro obstáculo afrontado por muchos planteamientos convencionales a la producción de sonido paramétrico estriba en un problema relacionado con la relación entre el amplificador y el emisor. En general, cuanto mayor sea una frecuencia que es procesada por un amplificador, mayor será la impedancia a la que es más apto para operar el amplificador (en el presente caso, la impedancia experimentada por el amplificador es el resultado de la carga introducida por el par de inductor/emisor, y por el circuito general de amplificador/inductor/emisor). En el caso de una producción de sonido paramétrico, la señal operativa es generalmente de 40 kHz (o más). Los amplificadores que trabajan con frecuencias tan altas como esta trabajan de forma óptima cuando experimentan impedancias de carga relativamente elevada (del orden de 8-12 ohmios). Sin embargo, la circuitería paramétrica convencional a menudo presenta cargas al amplificador que tienen impedancias de solo 3 ohmios o menos. Se considera que las impedancias así de bajas son demasiado bajas incluso para que amplificadores convencionales de audio tengan un rendimiento óptimo.

Para acabar con esto, sería deseable aumentar la impedancia del circuito de inductor/emisor para mejorar el rendimiento del amplificador. Sin embargo, dado que los diseños disponibles para los emisores paramétricos son limitados, y dado que es óptima la obtención de resonancia en el par de inductor/emisor, no se logra con facilidad simplemente aumentando (o reduciendo) la carga aplicada por el inductor/emisor al amplificador sin afectar de forma adversa al rendimiento de la unidad en su conjunto.

Cuando se enfrentó con estas consideraciones, el presente inventor se vio llevado a desarrollar una forma novedosa de abordar simultáneamente una multitud de problemas. En la realización ilustrada en la FIG. 13, un transformador elevador 239 incluye un par de elementos inductores 241 y 242. En esta disposición, el elemento inductor 241 sirve de devanado secundario, y el elemento inductor 242 sirve de devanado primario. En una realización, los devanados tanto primario y secundario están contenidos en el núcleo 250 olla ilustrado en la FIG. 15. La combinación de estos elementos permite el diseño de un sistema emisor muy eficaz que puede ser optimizado para un número de características de rendimiento.

Según se ha expuesto anteriormente, es deseable lograr un circuito resonante paralelo (bucle 240 de la FIG. 13) con el elemento inductor 241 y el emisor 230a. Sin embargo, también es deseable aumentar la carga de impedancia experimentada por el amplificador 226a debido a la carga del par de inductor/emisor (y el conjunto general 232a,

232b, 232c, etc.) para proporcionar una carga de impedancia a la que es más apto para operar el amplificador). También es deseable lograr cada uno de estos objetivos mientras se ubica el inductor físicamente cerca del emisor sin que la radiación y el calor generados por el inductor interfieran con el emisor. El presente sistema aborda cada uno de estos problemas como sigue:

- 5 Al regular el entrehierro “G” del núcleo olla que contiene elementos inductores 241 y 242, se puede regular el número de espiras necesarias en el elemento inductor 241 (un mayor entrehierro “G” requiere más espiras en el elemento inductor 241 para mantener el mismo nivel de inductancia que un entrehierro “G” más pequeño). El elemento inductor 241 es el devanado secundario del transformador elevador 239. Al aumentar el número de espiras en el elemento inductor 241, también se debe aumentar el número de espiras en el elemento inductor 242 (para mantener la misma relación en el transformador elevador). De forma ventajosa, al aumentar el número de espiras en el elemento inductor 242, se aumenta la carga de impedancia “vista” o experimentada por el amplificador 226a. Esta mayor impedancia tiene como resultado que el amplificador 226a rinda mucho mejor que a impedancias reducidas.

10 Por lo tanto, cada uno del bucle 240 y del bucle 244 (FIG. 13) puede ser “reglado” para operar a su nivel más eficaz. La regulación del entrehierro “G” en el núcleo olla proporciona la capacidad para regular el número de espiras en el elemento inductor 241 sin cambiar la inductancia deseada del elemento inductor 241 (que afectaría, de lo contrario) a la resonancia en el bucle 240). Esto, a su vez, proporciona la capacidad para regular el número de espiras en el elemento inductor 242 para que coincida de forma óptima con la carga de impedancia a la que el amplificador rinde de forma óptima. Por lo tanto, el presente inventor ha descubierto una forma de desacoplar esencialmente (desde un punto de vista tanto físico como de diseño, o ambos) las diversas regulaciones que son posibles en el circuito para permitir mejoras que afectan positivamente al circuito del bucle 244 sin afectar negativamente al circuito del bucle 240. Esto se ha logrado reconociendo que el entrehierro “G” puede ser regulado para mantener el mismo nivel de inductancia en el elemento inductor 241 mientras que permite la regulación del número de espiras en el elemento inductor 241.

15 Otra ventaja proporcionada por el presente sistema es que se puede minimizar mucho el tamaño físico del núcleo 250 olla simplemente aumentando el tamaño del entrehierro “G” según se reduce el tamaño físico total del núcleo 250 olla. De esta forma, se puede utilizar un transformador con núcleo olla muy pequeño mientras que sigue proporcionando la inductancia deseada en el elemento 241, 241’ para crear una resonancia con el emisor 230a, y la inductancia deseada en el elemento 242, 242’ para proporcionar una carga adecuada de impedancia a la que el amplificador 226a opera de forma óptima. Esto puede lograrse mientras se sigue evitando la saturación del transformador, que podría producirse, de lo contrario, si se utilizase un transformador más pequeño.

20 El concepto puede llevarse a cabo de varias formas. En el ejemplo mostrado en la FIG. 13, se utilizan dos elementos inductores 241, 242, cuyos devanados están incorporados en el núcleo 250 olla. En el ejemplo ilustrado en la FIG. 14, se pueden combinar los devanados primario y secundario en lo que se denomina habitualmente un autotransformador 239’, cuya operación y cuya función serán apreciadas inmediatamente por una persona con un nivel normal de dominio de la técnica que tenga acceso a la presente divulgación. El autotransformador puede estar configurado de forma que sus devanados puedan contenerse con facilidad en el núcleo olla.

25 El uso de un transformador elevador proporciona ventajas adicionales al presente sistema. Debido a que el transformador realice una “elevación” en la dirección del amplificador al emisor, necesariamente realiza una “reducción” en la dirección del emisor al amplificador. Por lo tanto, el procedimiento de reducción reduce cualquier acople negativo que, si no, podría desplazarse del par de inductor/ emisor al amplificador, minimizando, por lo tanto, el efecto de cualquier circunstancia de ese tipo sobre el amplificador y el sistema en general (en particular, se minimizan mucho los cambios en el par de inductor/emisor que podrían afectar a la carga de impedancia experimentada por el amplificador).

30 En una realización ejemplar, se utiliza hilo Litz 175/64 para los devanados primario y secundario. El elemento inductor 241 puede incluir aproximadamente 25 espiras y el elemento inductor 242 puede incluir aproximadamente 4,5 espiras. Se establece el entrehierro “G” a aproximadamente 2 mm (utilizando un núcleo olla de ferrita con un diámetro “D” de aproximadamente 36 mm y una altura “H” de aproximadamente 22 mm). En este aspecto, el amplificador experimenta una impedancia de aproximadamente 8 ohmios (medida a una frecuencia operativa de aproximadamente 44 kHz).

35 El sistema descrito anteriormente funciona con una producción notablemente baja de calor (por ejemplo, una eficacia notablemente elevada). En un escenario de ensayo, el sistema fue puesto en funcionamiento continuamente durante siete días, veinticuatro horas al día, a una potencia máxima, con una modulación del 90%. Después de este ensayo (y durante el mismo), la temperatura medida del sistema apenas se desvió, si es que lo hizo, de la temperatura ambiente. Los beneficios proporcionados por este performance mejorado pueden verse gráficamente en la FIG. 16.

40 El diagrama de flujo de la FIG. 17 ilustra un procedimiento ejemplar de la presente invención. En este proceso, se proporciona un procedimiento para optimizar un sistema emisor paramétrico que tiene un transformador con núcleo olla acoplado entre un amplificador y un emisor. El procedimiento puede incluir, en 260, seleccionar un número de espiras requeridas en un devanado primario del transformador con núcleo olla para lograr un nivel óptimo de impedancia de carga experimentado por el amplificador. En 262, se puede seleccionar un número de espiras requeridas en un devanado secundario del transformador para lograr una resonancia eléctrica entre el devanado

5 secundario y el emisor. En 264, se puede determinar un tamaño físico óptimo de un núcleo olla para contener el transformador, teniendo el núcleo olla un entrehierro formado en una pared interna del mismo con devanados del transformador que circunscriben la pared interna. En 266, se puede seleccionar un tamaño del entrehierro del núcleo olla que contiene los devanados del transformador para reducir un tamaño físico total del transformador con núcleo olla mientras que se evita la saturación del transformador durante la operación del emisor.

10 Aunque se ha descrito que la presente invención tiene diversos componentes descritos en diversas posiciones con respecto al orden en el que puede procesarse una señal de audio, en algunas realizaciones de la invención, el orden en el que se procesa la señal de audio puede afectar significativamente al rendimiento de los sistemas. Por lo tanto, algunas (pero no todas), las realizaciones reivindicadas están limitadas a los componentes precisos enumerados, y pueden estar limitadas al procesamiento de una señal de audio en el orden progresivo preciso en el que se reivindican o muestran los componentes. De forma similar, algunos de los procedimientos (pero no todos ellos) reivindicados o descritos en la presente memoria están limitados al orden progresivo preciso en el que se enumeran las etapas del procedimiento.

15 Se debe comprender que las disposiciones a las que se ha hecho referencia anteriormente son ilustrativas de la aplicación de los principios de la presente invención. Será evidente para las personas con un nivel normal de dominio de la técnica que se pueden realizar numerosas modificaciones sin alejarse de los principios y de los conceptos de la invención según se definen en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema emisor de señales paramétricas, que comprende:
 - 5 un sistema (10) de procesamiento de señales que está configurado para generar una señal portadora ultrasónica que tiene una señal de audio modulada en la misma;
 - un amplificador (226a), operable para amplificar la señal portadora que tiene la señal de audio modulada en la misma; y
 - un emisor (230a), con capacidad para emitir a un medio fluido la señal portadora que tiene la señal de audio modulada en la misma; caracterizado porque el sistema comprende, además:
 - 10 un transformador (239) con núcleo olla, acoplado operativamente entre el amplificador (226a) y el emisor (230a); en el que
 - un devanado secundario (241) del transformador (239) con núcleo olla y el emisor (230a) están dispuestos en un circuito resonante paralelo (240); y
 - en el que se selecciona un número de espiras en el devanado secundario (241) del transformador (239) con núcleo olla para producir una resonancia eléctrica con una capacitancia del emisor (230a); y se
 - 15 selecciona un número de espiras en un devanado primario (242) del transformador con núcleo olla para lograr un nivel óptimo de impedancia de carga experimentada por el amplificador (226a).
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el núcleo (250) olla incluye una pared externa (253) que rodea por completo los devanados del transformador (239), y una pared interna (251) circunscrita por los devanados del transformador (239).
- 20 3. El sistema de la reivindicación 2, en el que la pared interna (251) incluye un entrehierro (G) definido en la misma.
4. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el transformador (239) está fijado a un conjunto que tiene el emisor (230a).

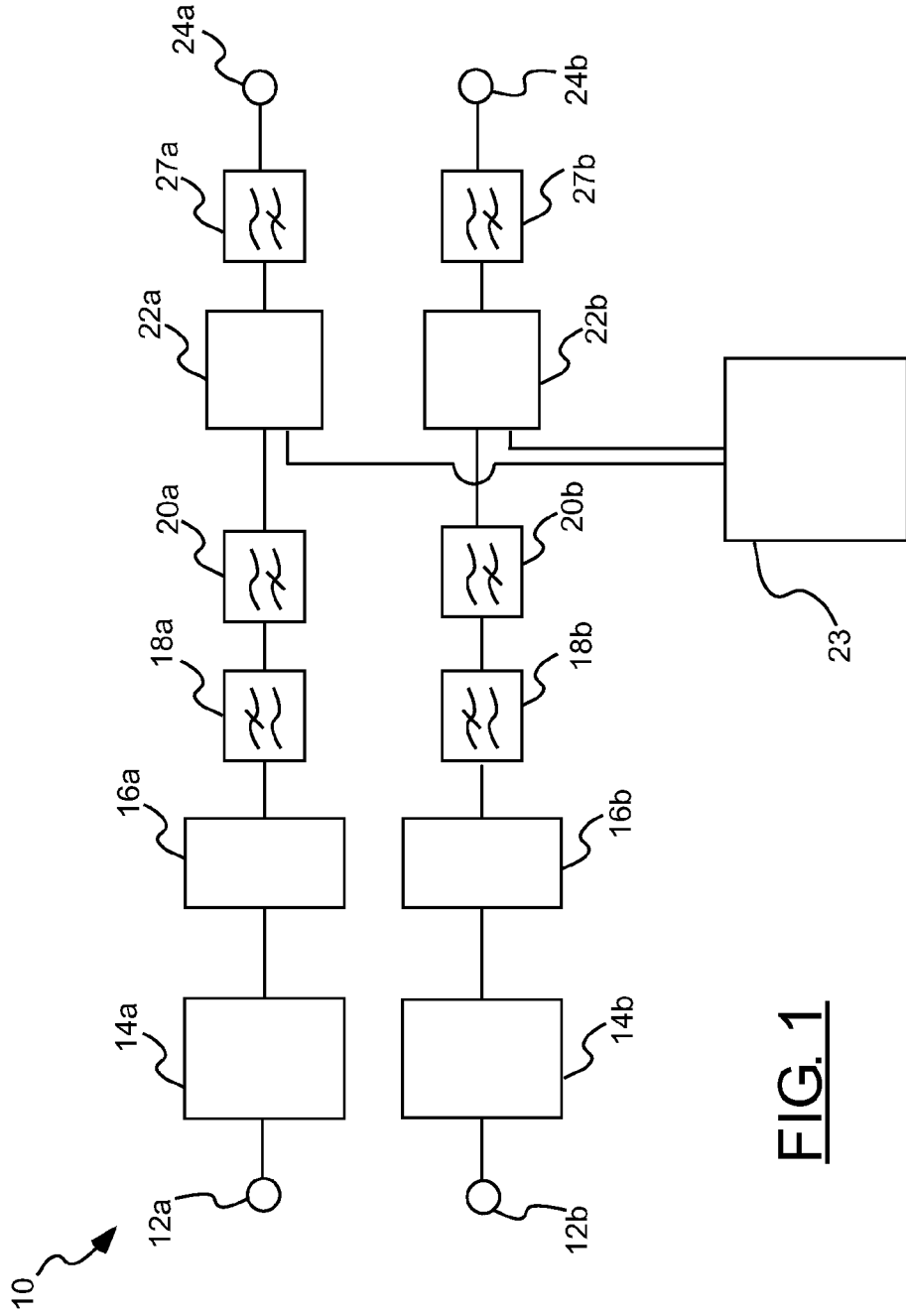


FIG. 1

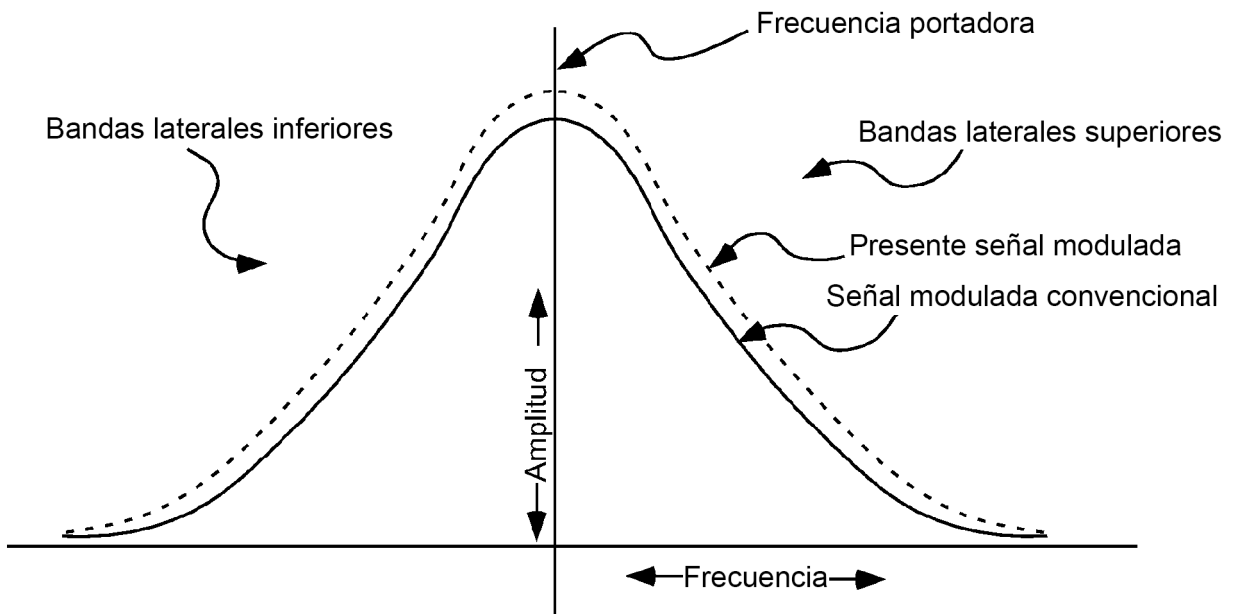
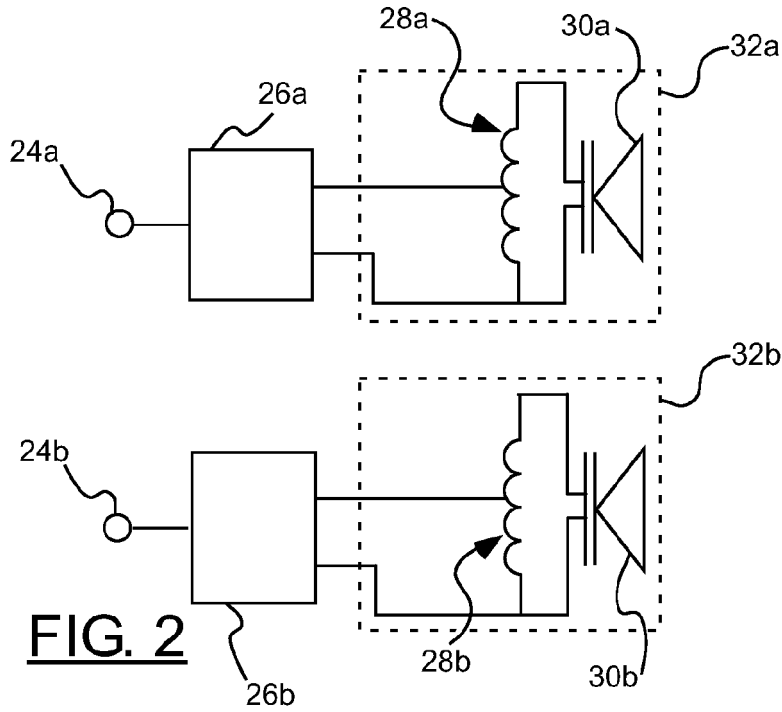


FIG. 3A

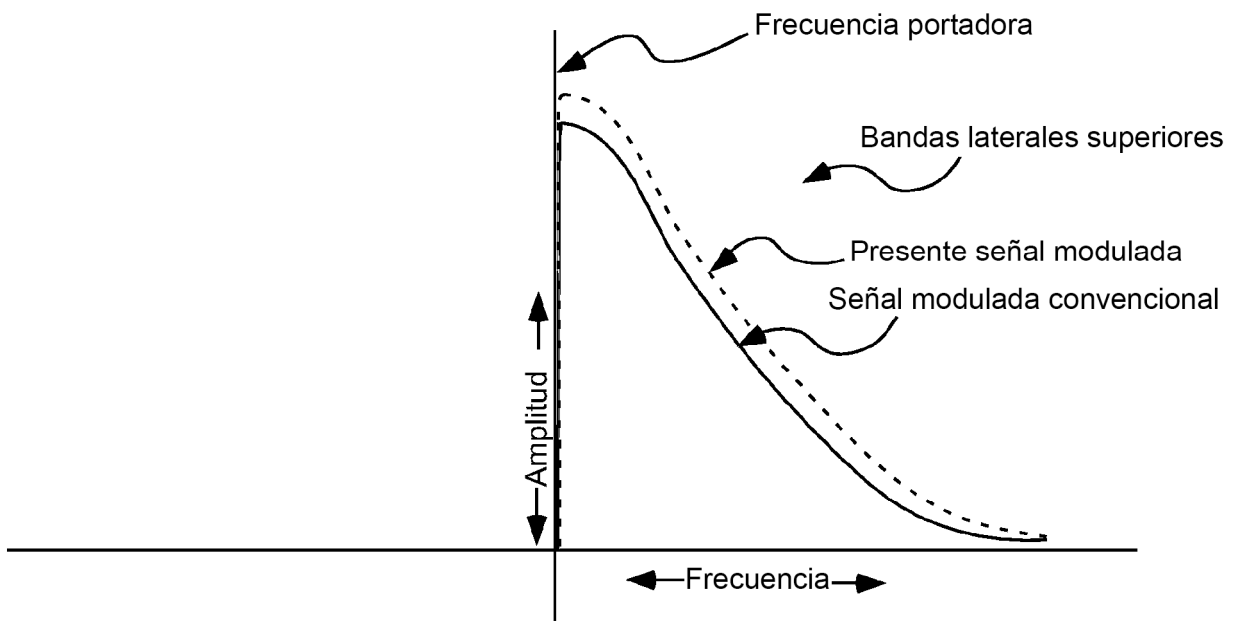


FIG. 3B

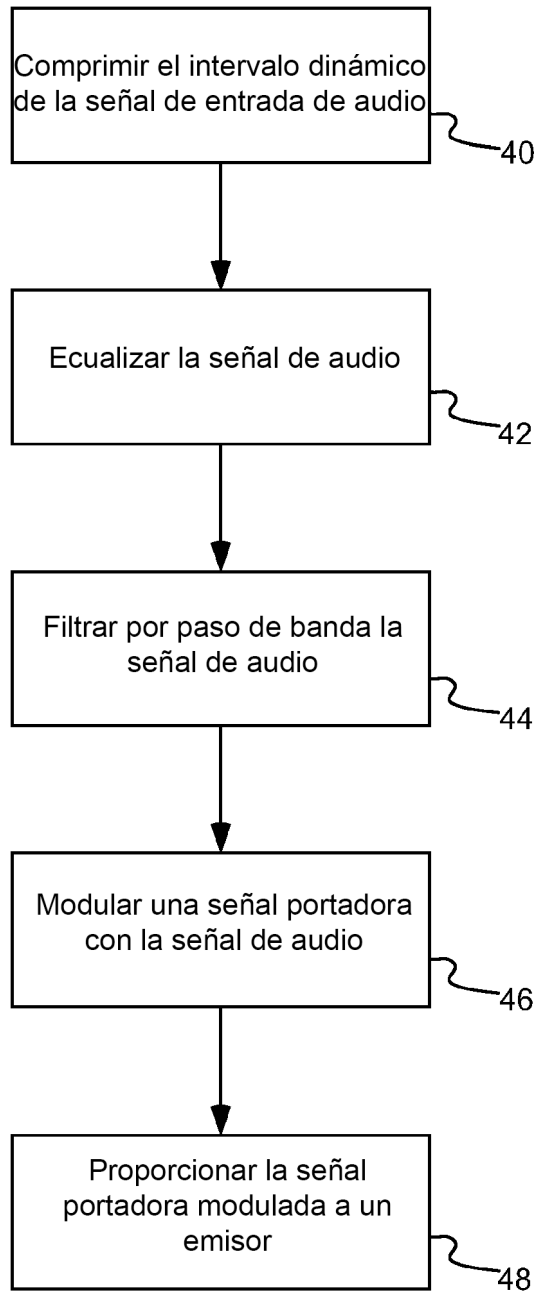


FIG. 4

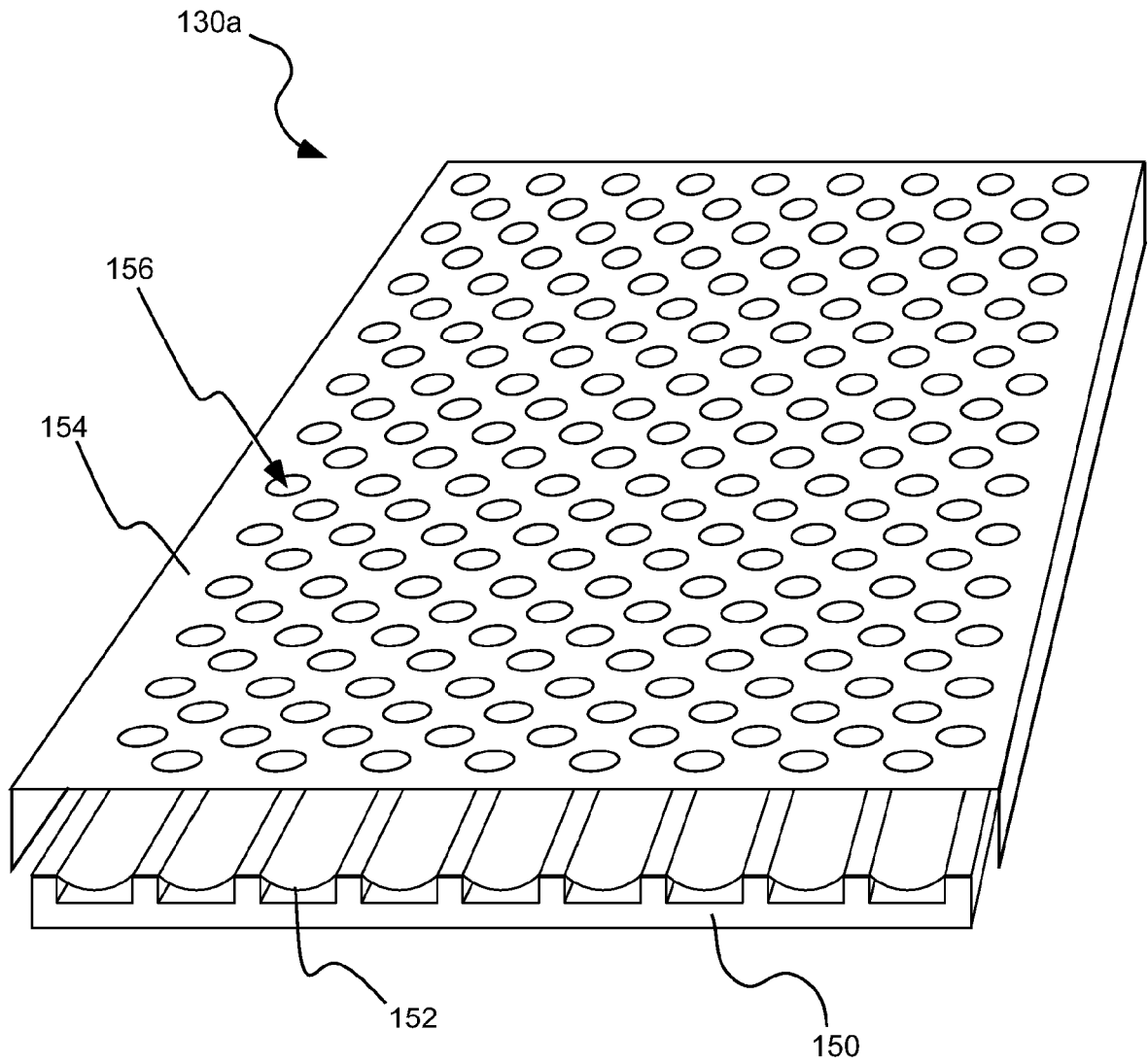


FIG. 5

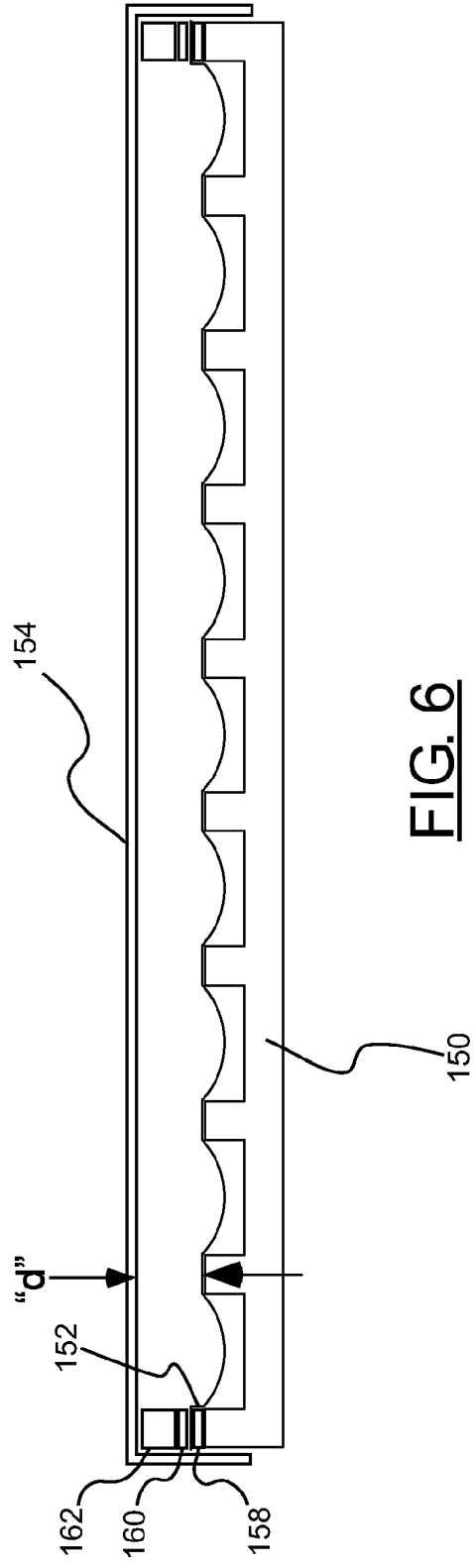
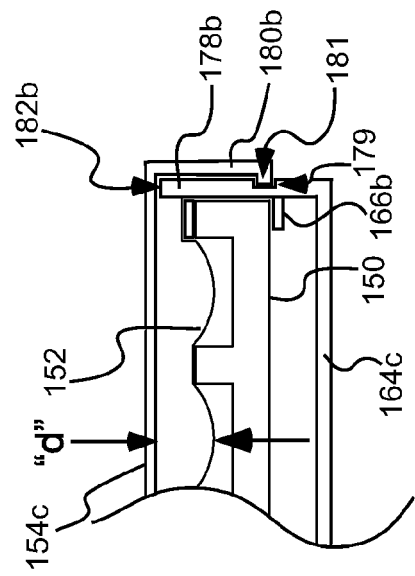
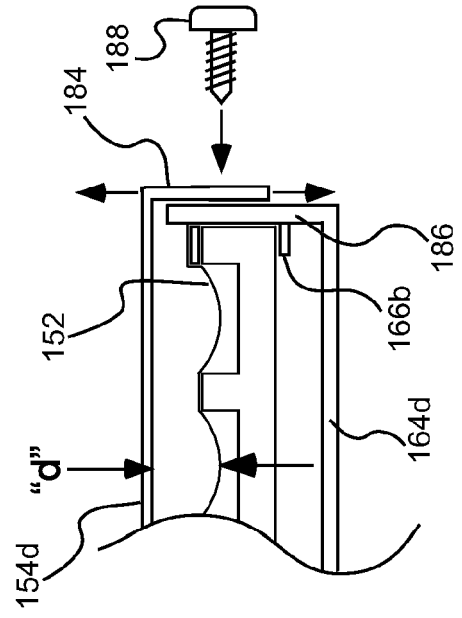
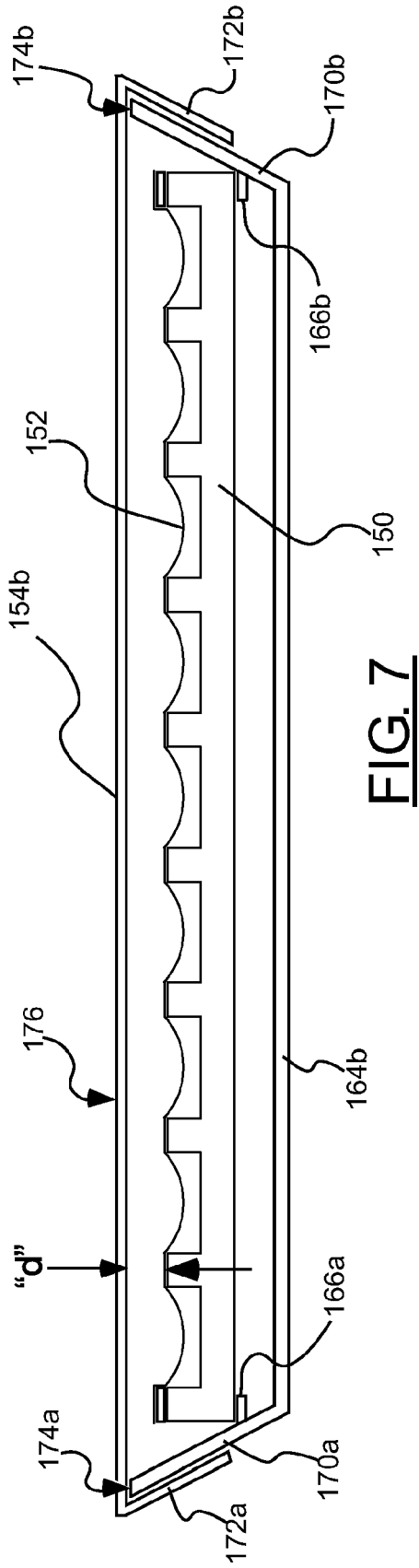


FIG. 6



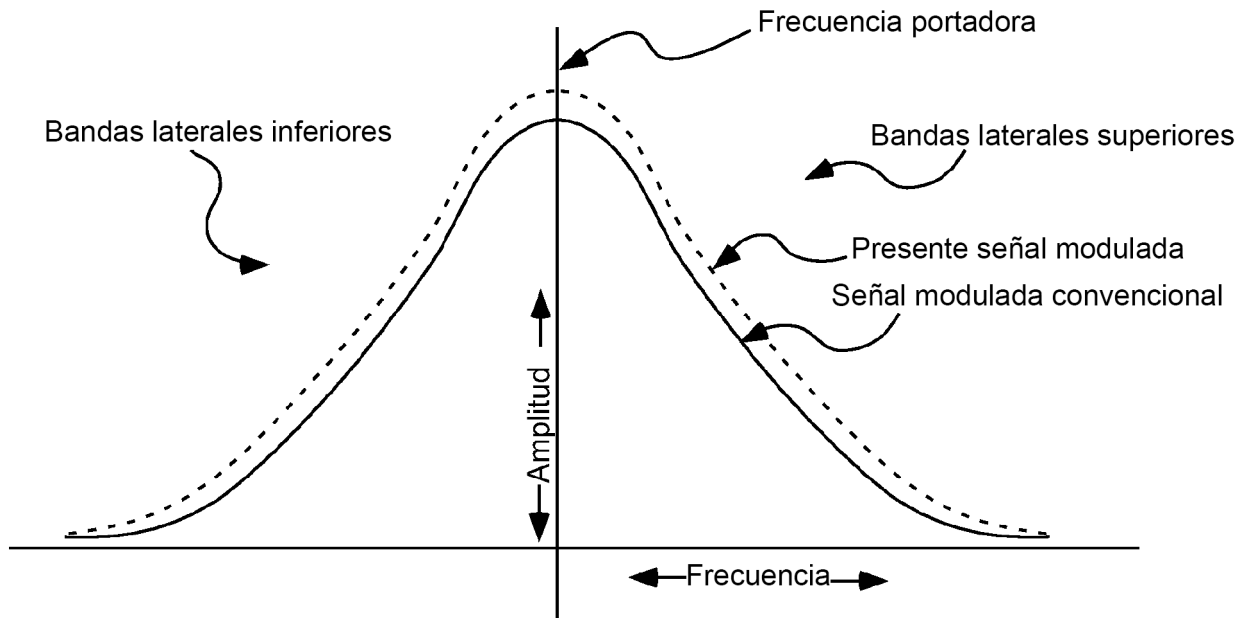


FIG. 10

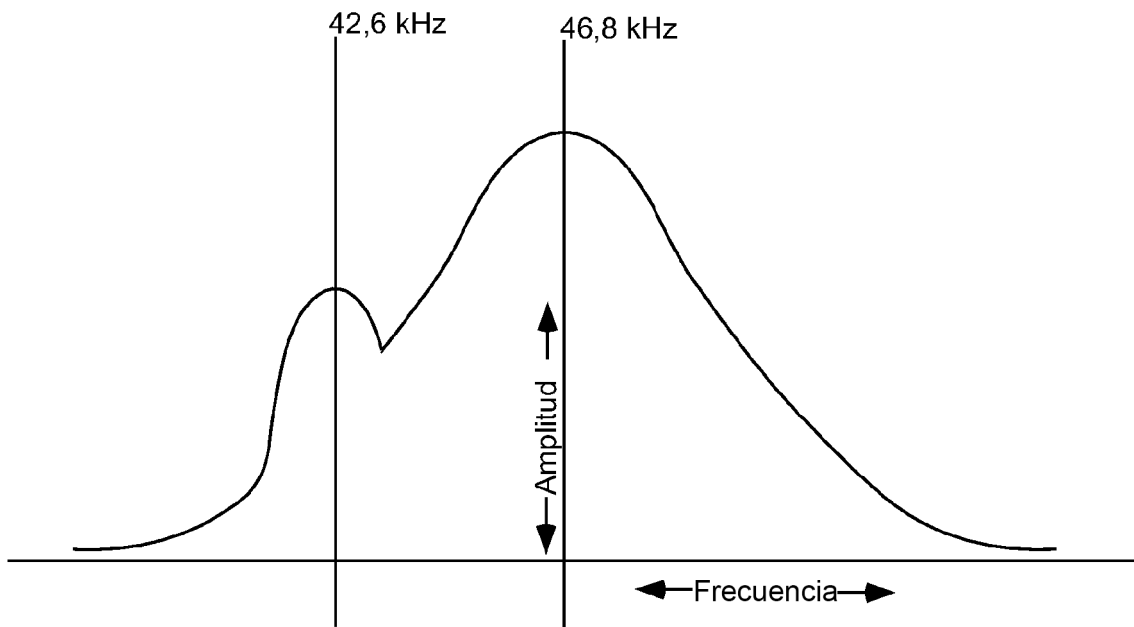
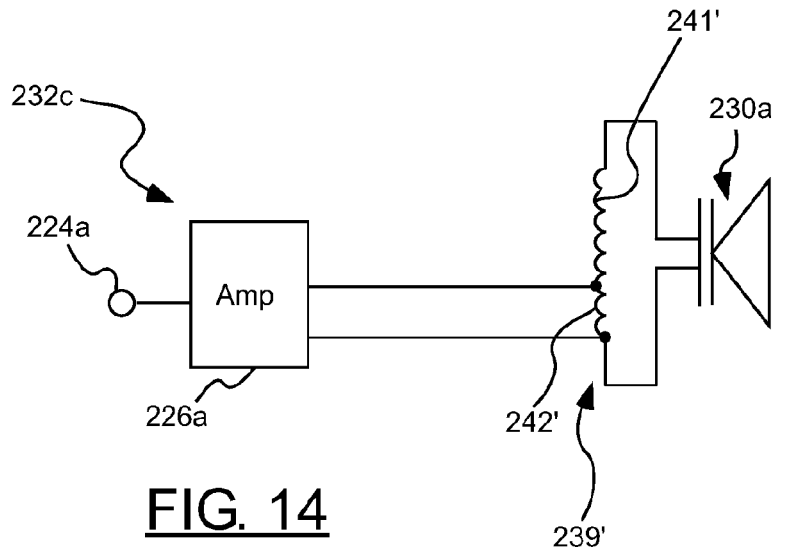
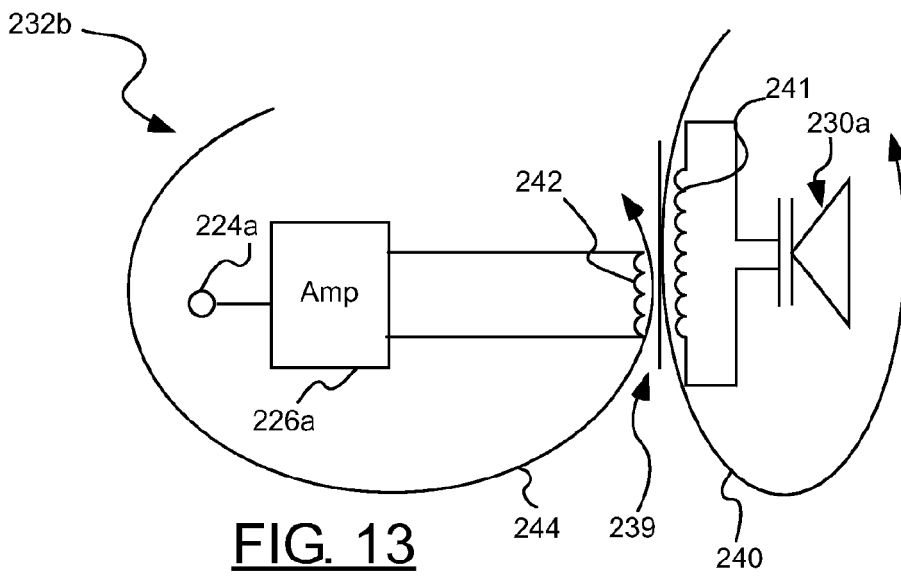
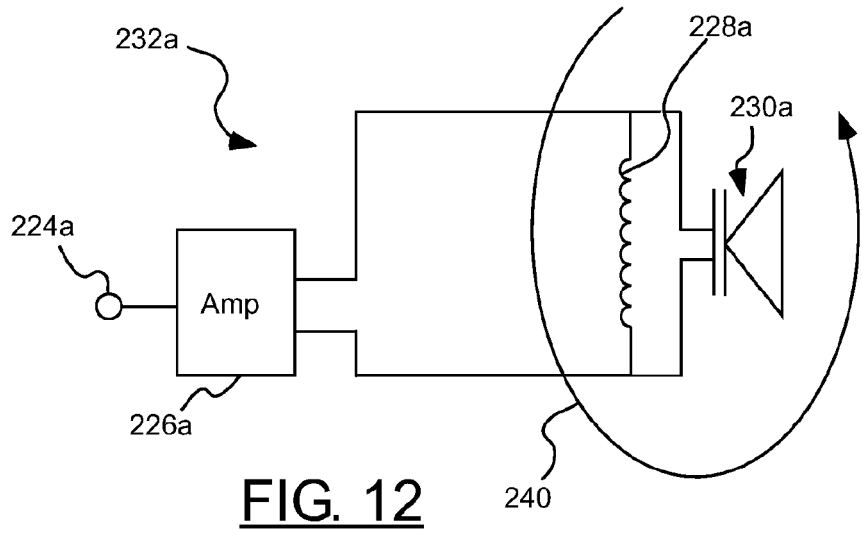


FIG. 11



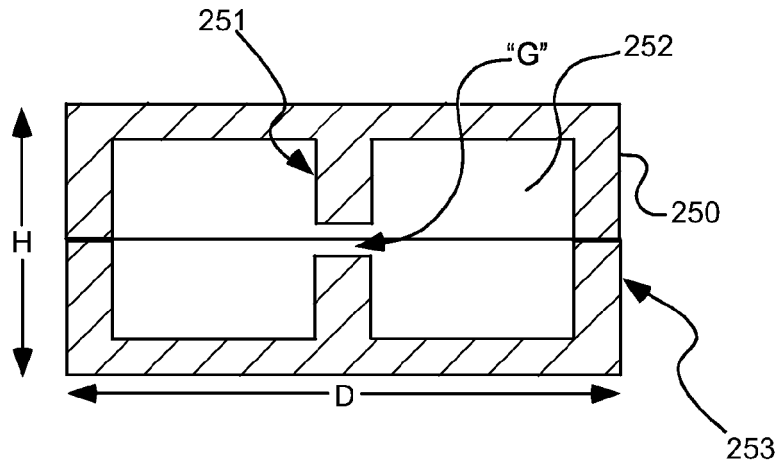


FIG. 15

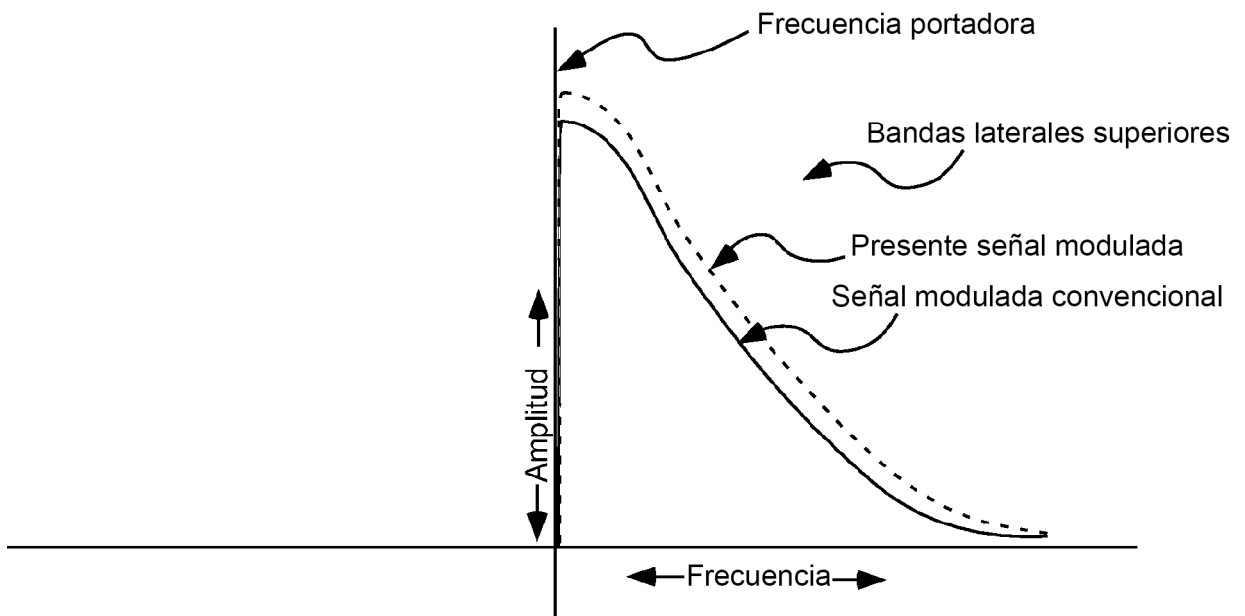


FIG. 16

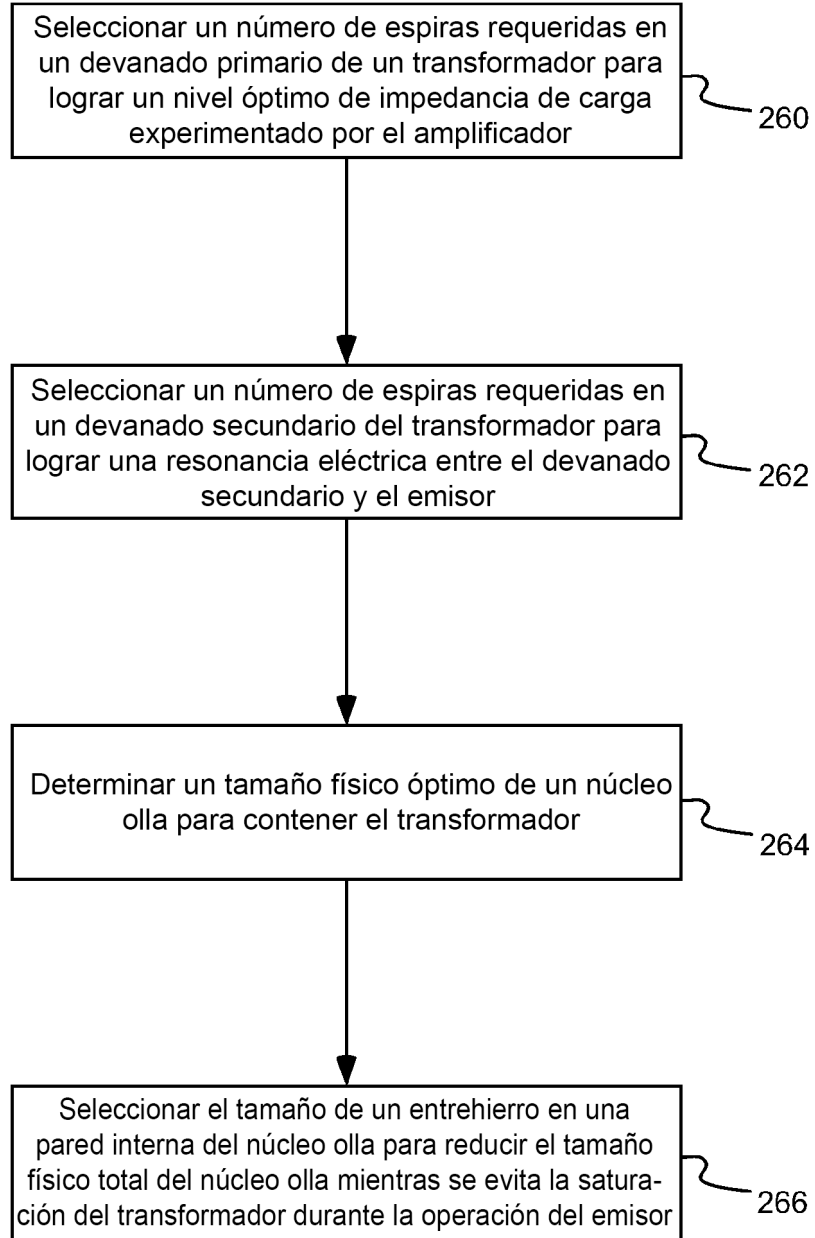


FIG. 17