(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 368 281**

(51) Int. CI.:
H04R 1/26 (2006.01)
H04R 1/40 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07874421 .6**
(96) Fecha de presentación: **16.10.2007**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2082611**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **29.07.2009**

(54) Título: **CONFIGURACIONES DE MATRIZ DE ALTAVOCES EN LÍNEA Y PROCESAMIENTO DEL SONIDO RELACIONADO.**

(30) Prioridad:
16.10.2006 US 829640 P

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2011

(73) Titular/es:
THX Ltd
1600 Los Gamos Drive Suite 231
San Rafael, CA 94903, US

(72) Inventor/es:
FINCHAM, Lawrence, R.

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Configuraciones de matriz de altavoces en línea y procesamiento del sonido relacionado

Información relacionada con la solicitud

La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de Estados Unidos Nº de Serie 60/829.640, presentada el 16 de octubre de 2006.

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

El campo de la presente invención se refiere a la reproducción de sonido y, más específicamente, a configuraciones de matrices de altavoces y el procesamiento del sonido y sistemas relacionados.

2. Antecedentes

Los sistemas de reproducción de sonido que incorporan altavoces son comunes en hogares, teatros, automóviles, lugares de entretenimiento y en otras partes. El número, tamaño, calidad, características y disposición de los altavoces afecta a la calidad de sonido virtualmente en cualquier entorno de audición. Sin embargo, muchos entornos tienen restricciones que limitan el número, tamaño o tipo de los altavoces que se pueden usar y su disposición. Estas restricciones pueden ser de naturaleza técnica, mecánica o estética.

La experiencia de audición involucra no solamente a los altavoces sino también a su interacción con la sala o área de audición. El sonido total que llega al oyente tiene dos componentes —directo y reflejado—. El sonido directo proporciona pistas como la dirección percibida para los sonidos originales, mientras que los componentes indirectos aumentan el relieve aparente, la sensación de espacio y el ambiente general. Estos efectos indirectos son principalmente positivos en el sentido de que tienden a mejorar la experiencia de la audición. Pero las reflexiones pueden también colorear el sonido, conduciendo a cambios no naturales en el timbre.

Junto a los efectos potencialmente no deseables del sonido indirecto o reflejado, el carácter acústico de la sala o área de audición puede ser suficientemente perturbador como para enmascarar la calidad del sonido natural del material de la fuente original. Por ejemplo, a bajas frecuencias, las ondas estacionarias en un área de audición pueden provocar que algunas bajas frecuencias sean reforzadas más que otras, especialmente en salas de estar de tamaño doméstico. El sonido de bajos resultante es frecuentemente retumbante y muy dependiente de la posición.

La cuidadosa colocación de los altavoces puede reducir algunos de los problemas anteriormente mencionados, pero típicamente proporciona una experiencia de audición satisfactoria solamente dentro de un área limitada o “punto confortable”. Tal solución limitada puede haber sido aceptable en el pasado cuando la audiencia para una audición crítica estaba limitada solamente a una o dos a la vez. Pero esto es difícilmente verdad hoy en día, cuando la fuente de sonido es normalmente multicanal, la mayoría de las veces acompañada por una imagen y con muchos más oyentes sentados informalmente en un área mucho más grande.

Con la reproducción tradicional en estéreo, se puede crear entre los dos altavoces la ilusión de un escenario de sonido continuo cuando el oyente está sentado simétricamente frente a ellos. Sin embargo, en la práctica, sólo se pueden localizar con precisión aquellas fuentes originales situadas exactamente en línea con los altavoces, mientras que otras entre los altavoces, conocidas a menudo como “fuentes fantasma”, dependen de que el oyente esté equidistante de ambos. Cualquier movimiento del oyente fuera de una posición de simetría producirá en general el salto de la imagen fantasma al altavoz más cercano, destruyendo así la ilusión estéreo.

La introducción de un altavoz de un canal central, originalmente para bandas sonoras de películas, estaba dirigido a eliminar este efecto y mantener el diálogo en el centro del escenario. Esto es lo que hace, pero a menudo a expensas de estrechar el sonido frontal del escenario. Por esta razón muchos oyentes críticos de un material de origen de audio de múltiples canales prefieren frecuentemente omitir el altavoz central incluso aunque esto signifique un punto confortable más limitado.

Junto a los problemas potenciales producidos por la forma o características del entorno de audición, se pueden presentar dificultades adicionales por la naturaleza de los altavoces que se están usando para la reproducción del sonido. Incluso altavoces bien diseñados, que tengan una respuesta de frecuencia axial de nivel suavizado, puede frecuentemente tener un timbre no natural o sonido coloreado debido a las reflexiones en las superficies cercanas. Por esta razón, la respuesta fuera del eje así como el sonido directo de los altavoces se desea que ambos sean suavizados y bien controlados. Sin embargo, el problema de conseguir una direccionalidad bien controlada en los altavoces se ha demostrado difícil de resolver. Los altavoces con alguna medida de control direccional tales como altavoces con bocina, se han usado de modo rutinario en el cine, aunque su uso continuado se debe mucho más a su mucha mayor eficiencia que a su capacidad para obtener una respuesta direccional controlada.

Un inconveniente del uso de altavoces de bocina es que distorsionan a altos niveles debido a la no linealidad del aire en la boca de la bocina. Adicionalmente, su incapacidad para mantener una direccionalidad constante a través de un

amplio intervalo de frecuencias requiere típicamente el uso de múltiples altavoces de bocina, cubriendo cada uno una parte diferente del espectro de audio. Las bocinas de baja frecuencia son extremadamente grandes y en consecuencia se usan raramente. Para la reproducción de las bajas frecuencias es más común emplear un sistema de altavoces radiadores directos convencionales.

Otro tipo sistema bien conocido de altavoces con alguna medida de direccionalidad controlada, usado también con finalidades de refuerzo del sonido, es la denominada columna de altavoces. Una columna de altavoces consiste en una larga línea de unidades de altavoces idénticos poco separadas que pueden proporcionar un grado de direccionalidad en el plano vertical cuando se colocan hacia arriba. Unas líneas más largas permiten un mayor control direccional a bajas frecuencias, con el límite de que el control direccional generalmente se establece por la relación entre la longitud de la línea y la longitud de onda del sonido en la frecuencia más baja de interés. Cuanto más larga es la línea, más baja puede ser la frecuencia de control del haz. La separación entre las unidades limita generalmente la frecuencia superior de control. Una disposición en dos dimensiones, con ambas filas y columnas de unidades de altavoces, es capaz de proporcionar control en todas las direcciones. El diseño de tales sistemas es difícil y su implementación es muy cara en general. Más aún, hasta fechas relativamente recientes no ha sido viable la potencia de procesamiento necesaria para proporcionar un buen control direccional a través de un intervalo de frecuencias amplio. El diseño de los transductores adecuados para la inclusión en tal matriz es ya otro asunto. Satisfacer los requisitos de diseño de un emisor doble poco separado para un control en altas frecuencias preciso y la necesidad de un área de radiación efectiva grande para una buena salida de bajos no es nada desdeñable. Los sistemas de altavoces existentes que pretenden conseguir alguna forma de control direccional usan emisores en miniatura que ni son suficientemente pequeños para el control en alta frecuencia ni suficientemente grandes para una adecuada respuesta en bajos.

Asociado con los retos antes mencionados está el hecho de que, en muchos entornos, es deseable minimizar el impacto visual de los altavoces. Una técnica, por ejemplo, es colorear o decorar en otra forma la cara frontal protectora del altavoz para adaptarse a las paredes u objetos que la rodean en los que se coloca la unidad de emisores u ocultar los altavoces detrás de una pintura artificial. Estos tipos de soluciones pueden no ser satisfactorios para todos los consumidores y pueden asimismo limitar las posibilidades de colocación óptima de los altavoces.

Una técnica que se ha propuesto para un tipo de columna de altavoces que tiene unas ciertas características deseables se relaciona con la denominada matriz de Transductores de Ancho de Haz Constante (CBT). La FIGURA 1 es un diagrama que muestra una vista oblicua de un ejemplo de una matriz de altavoces en línea curvada 100, también conocida como matriz de Transductores de Ancho de Haz Constante, como se conoce en la técnica. Como se ilustra en la FIGURA 1, la matriz de altavoces en línea curvada 100 o matriz CBT, comprende una pluralidad de unidades de emisión de baja frecuencia 104 adyacentes a una pluralidad de unidades de emisión de alta frecuencia 108. De acuerdo con una técnica particular la matriz de CBT 100 emplea el sombreado de Legendre independiente de la frecuencia. Esta técnica se describe con más detalle en, por ejemplo, D. B. Keele, Jr., “Practical Implementation of Constant Beamwidth Transducer (CBT) Loudspeaker Circular-Arc Line Arrays” 115th Convention of the Audio Engineering Society, Documento 5863, octubre de 2003. Como se explica en él, una matriz CBT se construye usando la función de sombreado de Legendre en los niveles de emisión de los transductores para mantener lo que se ha descrito como un control de patrón no variable con la frecuencia. Cada transductor en la matriz se activa con un nivel de señal diferente que sigue la función de sombreado de Legendre continua, en la que los niveles de activación decrecen gradualmente desde el máximo en el centro de la matriz a casi cero en los bordes exteriores de la matriz (dependiendo del truncado del arco formado por la línea de la matriz curvada de altavoces 100). El resultado es un sistema de altavoces que puede proporcionar un ancho de banda, con un ancho del haz extremadamente constante y un comportamiento de direccionalidad virtualmente sin lóbulos laterales.

Un concepto similar se puede extender a matrices CBT en línea recta o de paneles planos, con el uso de retardos de la señal. Tal técnica se describe, por ejemplo en “Implementation of Straight-Line and Flat-Panel Constant Beamwidth Transducer (CBT) Loudspeaker Arrays Using Signal Delays”, 113th Convention of the Audio Engineering Society, Preprint 5653, octubre de 2002, y “Full-Sphere Sound Field of Constant Beamwidth Transducer (CBT) Loudspeaker Line Arrays”, J. Audio Eng. Soc., vol. 51, nº 7/8, julio/agosto de 2003, ambos de D. B. Keels, Jr., GB2284125 describe dos matrices en línea de altavoces dispuestas simétricamente cara con cara pero en un ligero ángulo, de modo que los bafles de las dos matrices forman una cámara de compresión con forma de “V” estrecha cuando se ve desde la parte superior en una sección transversal. Esto está dirigido a eliminar los lóbulos de radiación espurios, ondas frontales fuera de fase y la radiación de sonido dirigida hacia atrás o dirigida lateralmente desde el sistema de altavoces. No se usa el sombreado de Legendre.

Aunque las matrices CBT tienen el potencial para mejorar las características de reproducción del sonido, aún sufren no obstante de muchos de los mismos problemas que las matrices de altavoces en columna convencionales. Por ejemplo, el espacio entre las unidades de emisión establece un límite a la frecuencia superior para el control direccional.

Otro tipo de matriz de altavoces conocida comprende una matriz bidimensional de unidades de emisión dirigidas hacia delante, la matriz bidimensional se compone de matrices en línea individuales de emisores, con cada matriz en línea desplazada o escalonada respecto a las matrices en línea vecinas. Un ejemplo de tal matriz, que se ha

comercializado sólo recientemente (y por lo tanto no se pretende ninguna admisión en relación a su estado potencial como técnica anterior por su inclusión en esta explicación de antecedentes de técnicas relacionadas), es el "proyector de sonido digital" YPS-1 de Yamaha Electronics Corporation. El YPS-1 se describe, por ejemplo, en un folleto de producto en línea disponible en http://www.yamaha.co.jp/english/product/av/pdfs/catalog/ysp1.pdf, que tiene 40 unidades de emisión de 4 cm de tamaño dispuestas en varias filas, flanqueadas en ambos extremos por una unidad de emisión mayor de 11 cm. Se provee aparentemente un procesador de sonido digital interno para el control de las unidades de emisión. El YPS-1 tiene varios conectores que incluyen una salida de video coaxial para conectarle a una televisión, varias entradas digitales (óptica y coaxial) y un conector RS-232C.

Una matriz bidimensional de unidades de emisión que miren hacia delante, tal como el YPS-1 o unidades de audio similares, puede sufrir potencialmente de inconvenientes tales como la creación de lóbulos y pueden tener también limitaciones en la respuesta en las frecuencias superiores. También, tal matriz bidimensional puede carecer de la calidad y cuerpo en el rango medio y/o fallar en la reproducción de modo convincente de ciertas fuentes de audio, particularmente música.

En consecuencia, sería ventajoso proporcionar un sistema de altavoces que tenga una integración menos adversa entre el altavoz y la sala o área de audición y ofrezca un control direccional y/o capacidad de dirección. Sería ventajoso adicionalmente proporcionar un sistema de altavoces que tenga un timbre sonoro más preciso y/o imágenes sonoras más precisas, creíbles y estables en un área de audición más amplia. Sería ventajoso también proporcionar un sistema de altavoces que pueda ser estéticamente presentado y/o proporcione otros beneficios y ventajas.

Sumario de la invención

Ciertas realizaciones desveladas en el presente documento se dirigen en general, en un aspecto, a un sistema de reproducción de sonido que tenga una pluralidad de unidades de emisión dispuestas en columna o matriz, conectadas con procesamientos del sonido que permitan una direccionalidad, control direccional, control de ancho y/o solape del haz mejorados. En una realización, por ejemplo, una columna de altavoces comprende dos matrices de unidades de emisión dispuestas encaradas entre sí, separadas por un hueco relativamente estrecho. Una ranura alargada (que comprende tanto una única ranura como una serie de ranuras) a lo largo de la longitud de las matrices opuestas proporciona una trayectoria para la salida del sonido desde las matrices de unidades de emisión. Las unidades de emisión individuales desde cada una de las matrices se pueden oponer de modo simétrico entre sí o también pueden estar escalonadas con respecto a la matriz opuesta. Se pueden añadir unidades de emisión adicionales tales como emisores de alta frecuencia o altavoces de agudos a lo largo de la longitud de la ranura alargada o en cualquier otro lado para aumentar el intervalo de frecuencia dinámica del sistema de altavoces.

En otro aspecto, las unidades de emisión en cada matriz pueden disponerse físicamente en un patrón curvado o con forma de arco, de modo que la unidad de emisión más central sobresalga más allá de las otras unidades de emisión y las localizaciones de las otras unidades de emisión retrocedan progresivamente hacia arriba y hacia abajo a lo largo del borde del arco. Alternativamente, las unidades de emisión se pueden disponer físicamente en una matriz en línea. En otras realizaciones, el patrón se entremezcla; por ejemplo, solamente alguna de las unidades de emisión se puede disponer en un arco parcial, mientras que el resto se dispone de una forma lineal.

En otro aspecto, se procesa una señal de entrada de modo que se generen múltiples señales de unidades de emisión, permitiendo el ajuste o control de la direccionalidad u otras características de la salida de sonido desde las unidades de emisión. Por ejemplo, en donde las unidades de emisión se disponen en una matriz en línea, la señal de entrada se puede retardar de acuerdo con la posición relativa de la unidad de emisión con respecto al eje central de la unidad de altavoz, simulando de ese modo las características del sonido de una matriz de altavoz curvada. Otras técnicas de procesamiento como se han descrito en el presente documento puede permitir el ajuste de las características (por ejemplo, la ampliación o estrechamiento) de la salida de audio (o haz) desde la matriz en línea de altavoces, dirigiendo al haz de audio en una dirección específica, produciendo la salida de múltiples haces de audio (que pueden estar total o parcialmente solapados) y/o creando altavoces virtuales simulados usando imágenes fantasma "reales" mediante la combinación de modo selectivo o dinámico de unidades de emisión en sus matrices seleccionadas. Se puede combinar una matriz de altavoces en línea con procesamiento de señal integrado y/o amplificadores de potencia individuales para cada unidad de emisión o para grupos de unidades de emisión.

En otro aspecto, se configura una unidad de altavoces con una etapa de salida amplificadora integrada o situada conjuntamente con la unidad de altavoces, mientras que la primera etapa del amplificador se sitúa remotamente. La primera etapa del amplificador se puede realizar en una unidad de control de audio que incluye también la capacidad de comando y de distribución de potencia. Las señales de comando y/o potencia se pueden comunicar desde una unidad de control de audio a una o más unidades de altavoces, tal como matrices en línea de altavoces, que se pueden situar en localizaciones físicas diferentes. Las señales de comando y potencia pueden controlar la unidad de altavoces de modo que proporcionen una imagen de sonido direccional o móvil con uno o más haces de audio y/o crear una o más imágenes de altavoz fantasma real. Las señales de potencia se pueden generar a partir de una fuente de alimentación de seguimiento y puede ser generalmente, en promedio, de una naturaleza de baja tensión con excursiones transitorias ocasionales por encima del nivel de alimentación normal cuando sea necesario para accionar sonidos pico en el programa de audio. En un aspecto, se proporciona un altavoz controlable digitalmente

inteligente de acuerdo con ciertas realizaciones como se desvela en el presente documento.

También se desvelan en el presente documento realizaciones, variaciones y mejoras adicionales.

Breve descripción del dibujo

La FIGURA 1 es un diagrama de una matriz de altavoces en línea curvada como es conocido en la técnica.

Las FIGURAS 2A y 2B son diagramas de una matriz de altavoces en línea curvada que tiene una ranura para la salida del sonido, de acuerdo con una realización como se desvela en el presente documento.

Las FIGURAS 3A y 3B son diagramas que muestran otra realización de una matriz de altavoces en línea.

Las FIGURAS 4A y 4B son diagramas de bloque de alto nivel de circuitos para proporcionar señales de entrada a una matriz de altavoces en línea.

La FIGURA 5 es un diagrama de otra realización de una matriz de altavoces en línea, que tiene unidades de emisión escalonadas.

La FIGURA 6 es un diagrama de bloques de alto nivel de un circuito para proporcionar señales de entrada a una matriz de altavoces en línea tal como la ilustrada, por ejemplo, en la FIGURA 5.

La FIGURA 7 es un diagrama de una matriz de altavoces en línea en un plano de tierra de media curva que tiene una ranura para la salida de sonido.

La FIGURA 8 es un diagrama de un ejemplo de una matriz de altavoces en línea de curva parcial, de acuerdo con otra realización como se desvela en el presente documento.

La FIGURA 9 es un diagrama de bloques de alto nivel de circuito para proporcionar señales de entrada a una matriz de altavoces en línea de curva parcial tal como se ilustra, por ejemplo, en la FIGURA 8.

La FIGURA 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de sonido que usa múltiples matrices de altavoces en línea y etapas de amplificación de potencia divididas entre una unidad de distribución de audio remota y cada una de las matrices de altavoces en línea.

Las FIGURAS 11A y 11B son diagramas de bloques de circuitos detallados de otro ejemplo de un sistema de sonido de audio, que incluye una parte de fuente de alimentación/transmisor en la FIGURA 11A y una parte de altavoz/recepción en la FIGURA 11B.

La FIGURA 12 es un diagrama de alto nivel de varios componentes de un sistema sonoro de acuerdo con el ejemplo ilustrado en las FIGURAS 11A – 11B.

Las FIGURAS 13A y 13B son diferentes vistas de sección transversal de una matriz de altavoces en línea como se puede usar, por ejemplo, en conexión con el sistema sonoro de la FIGURA 10, y las FIGURAS 11A – 11B, u otros sistemas sonoros.

Las FIGURAS 14A y 14B son diagramas de concepto que ilustran la adecuación del ancho del haz sonoro usando una matriz de altavoces en línea.

Las FIGURAS 15A a 15D son diagramas de concepto que ilustran la movilidad de un haz sonoro usando una matriz de altavoces en línea.

Las FIGURAS 16A a 16D son diagramas de concepto que ilustran la generación y movilidad de múltiples haces sonoros usando una matriz de altavoces en línea.

La FIGURA 17 es un diagrama de concepto que ilustra la generación de imágenes fantasma “reales” usando una matriz de altavoces en línea.

La FIGURA 18 es un diagramas que ilustra un ejemplo de una configuración de múltiples matrices en línea de altavoces horizontales en un sistema sonoro de cine en casa.

Las FIGURAS 19A a 19D son diagramas que ilustran, desde diferentes puntos de vista y secciones transversales, una realización particular de una matriz de altavoces en línea que tiene unidades de emisión escalonadas.

Las FIGURAS 20A a 20F son diagramas que ilustran, desde diferentes puntos de vista y secciones transversales, otra realización de una matriz de altavoces en línea que tiene unidades de emisión escalonadas.

La FIGURA 21 es un diagrama de una vista lateral que ilustra un ejemplo de un perfil de una unidad de altavoces formada mediante el truncado del arco curvado que corresponde a la función de Legendre.

La FIGURA 22 es un diagrama que ilustra cómo se pueden calcular los valores de retardo para las unidades de emisión de una unidad de altavoces de cara plana para simular el perfil de una unidad de altavoces curvada de acuerdo con una función de sombreado de Legendre.

La FIGURA 23 es un diagrama que compara ciertas características de una unidad de altavoces de matriz en línea convencional que tiene unidades de altavoces no escalonadas con unos altavoces de matriz en línea dual ranurada que tiene unidades de emisión escalonadas.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

Ciertas realizaciones descritas en el presente documento se dirigen en general, en uno o más aspectos, a un sistema de reproducción de sonido que tiene una pluralidad de unidades de emisión dispuestas en una columna o matriz, conectadas con el procesamiento del sonido que permite el control sobre la dirección y ancho de la salida de sonido, así como la posibilidad de generación de "haces" de sonido separados controlable cada uno en términos de contenido, dirección y ancho. Varias configuraciones de matrices en línea de altavoces son particularmente ventajosas para su uso en tal sistema de reproducción de sonido. Por ejemplo, una columna de altavoces puede comprender una matriz única de unidades de emisión de baja frecuencia o alternativamente puede comprender dos matrices de unidades de emisión de baja frecuencia dispuestas encaradas entre sí, separadas por un hueco relativamente estrecho. En el último caso, las unidades de emisión individuales de cada matriz pueden oponerse simétricamente entre sí o también pueden estar escalonadas con respecto a la matriz opuesta. Una ranura alargada (que comprende tanto una única ranura como una serie de ranuras) a lo largo de la longitud de las matrices opuestas proporciona una trayectoria para la salida del sonido desde las matrices de unidades de emisión. Se pueden añadir unidades de emisión adicionales, tales como emisores de alta frecuencia o altavoces de agudos, a lo largo de la longitud de la ranura alargada o en cualquier otro lado para aumentar el intervalo de frecuencia dinámica del sistema de altavoces. La matriz en línea puede estar curvada, curvada parcialmente o recta; sin embargo, el procesamiento del sonido puede diferir dependiendo de la configuración física de las unidades de emisión.

Realizaciones como las desveladas en el presente documento se pueden emplear en una variedad de aplicaciones y pueden estar particularmente bien adaptadas para situaciones en las que se desea proporcionar un sistema de sonido que proporcione un alto grado de capacidad de control sobre la dirección y ancho de la salida del sonido. Se pueden emplear ventajosamente una o más matrices en línea de altavoces en aplicaciones tales como cine, cine en casa, clubs, estudios de grabación, anfiteatros y varias instalaciones de interior y exterior. Las matrices de altavoces en línea pueden utambién ventajosamente en conexión con monitores de televisión de pantalla plana, monitores de ordenador de sobremesa y así sucesivamente, para proporcionar una capacidad de control del audio mejorada con los juegos de ordenador o video o similares.

Las FIGURAS 2A y 2B ilustran una matriz de altavoces en línea curvada 200 que tiene una ranura para la salida del sonido, de acuerdo con una realización como se desvela en el presente documento. La FIGURA 2A es un diagrama de una vista oblicua de una unidad de altavoces 200, que, en un aspecto, se puede ver como un tipo de columna de altavoces. Como se ha ilustrado en el presente documento, la unidad de altavoces 200 puede tener (aunque no lo necesita) dos paredes laterales 233, 234 con una placa de la cara frontal curvada 237 (que puede comprender lados izquierdo y derecho) expandiéndose entre ellas. La curvatura de la placa de la cara frontal 237 sigue preferentemente un arco en base a la función de sombreado de Legendre continua o una parte truncada de la misma. La unidad de altavoces 200 puede tener adicionalmente una placa de pared superior 232 y una placa de pared inferior 231, que interconecta cada una las paredes laterales 233, 234 y la cara frontal 237.

La unidad del altavoces 200 comprende adicionalmente dos matrices de altavoces en línea curvadas 214, 215 en la que cada una comprende una serie de unidades de emisión 204, 205 (mostradas con líneas de puntos). Las unidades de emisión 204, 205 son unidades de emisión en el intervalo preferentemente de baja y/o media frecuencia, aunque en otras realizaciones pueden tener un intervalo de frecuencia diferente. Las unidades de emisión 204, 205 de las dos matrices de altavoces en línea curvadas 214, 215 en este ejemplo se sitúan encaradas entre sí, separadas por una ranura de salida de sonido relativamente estrecha y alargada 225. La ranura de salida de sonido alargada 225, que puede comprender tanto una única ranura como una serie de ranuras, recorre a lo largo la longitud de las dos matrices de altavoces en línea opuestas 214, 215 y proporciona una trayectoria para que el sonido salga de las unidades de emisión 204, 205. En este ejemplo particular, un frammel o pared divisoria 226, compuesta preferentemente de un material que tenga características no resonantes, recorre hacia abajo la longitud de la ranura de salida de sonido principal 225, dividiéndola en dos ranuras de salida de sonido paralelas (izquierda y derecha) 225a, 225b. La primera ranura de salida de sonido 225a proporciona un recorrido para la salida del sonido de la primera matriz de altavoces en línea 214 y la segunda ranura de salida de sonido 225b proporciona una trayectoria para la salida del sonido de la segunda matriz de altavoces en línea 215. Las unidades de emisión 204, 205 se montan preferentemente en un bafle u otra estructura similar, de forma que aísle acústicamente su radiación de sonido hacia adelante de su radiación de sonido hacia atrás.

La FIGURA 2B ilustra una vista del corte lateral de la parte derecha central de la unidad de altavoces 200 mostrada en la FIGURA 2A. En la FIGURA 2B las unidades de emisión 205 se muestran en línea continua, situadas en un arco a lo largo de la placa de la cara frontal curvada 237 de la unidad de altavoces 200. En una realización preferida, se coloca un material absorbente acústico (tal como, por ejemplo, espuma comprimida) 239 dentro del conducto

posterior de la ranura de sonido 225, rodeando los contornos posteriores exteriores de las unidades de emisión 205. El material absorbente acústico 239 se dispone de modo similar en el lado opuesto de la unidad de altavoces 200, con respecto a las unidades de emisión 204. El material absorbente acústico 239 proporciona una barrera en el lado posterior de las unidades de emisión 204, 205 y a lo largo de la pared divisoria 226, fuerza la salida del sonido desde las unidades de emisión 204, 205 para en general comprimirlo, girarlo (en un ángulo de noventa grados u otro agudo) y proyectarlo desde las ranuras de salida de sonido 225a, 225b. En un aspecto, las ranuras de salida de sonido 225a, 225b transforman en efecto el tamaño, forma y/o relación de aspecto de las unidades de emisión 204, 205, lo que tiene un impacto en la estabilidad y direccionalidad de la imagen de sonido aparente.

El material absorbente acústico 239 puede ayudar a impedir, por ejemplo, interferencias o reflexiones no deseables dentro del conducto o cámara, que en caso contrario podrían estar causadas por las ondas sonoras que se reflejan desde la pared posterior o esquinas posteriores del conducto, dado que las ondas sonoras no tienen medio de salir excepto por la ranura 225. El material absorbente acústico 239 puede en ciertas realizaciones ayudar también a impedir la creación de ondas estacionarias y/o minimizar la variación de la respuesta de salida del sonido con respecto a la frecuencia de modo que la salida del altavoces se pueda ecualizar fácilmente mediante, por ejemplo, cualquier técnica estándar, incluyendo la de ecualización analógica o digital. Por ejemplo, se pueden emplear secciones de filtros en cascada para adaptar la respuesta de frecuencia de las unidades de emisión 204, 205 en bandas de frecuencia discretas de modo que proporcionen una respuesta de frecuencia global relativamente uniforme.

El material absorbente acústico 239 en la FIGURA 2B y en otras realizaciones como se describirá a continuación en el presente documento, se puede componer de cualquier material adecuado y es preferentemente de naturaleza no resonante, con cualidades absorbentes del sonido. El material absorbente acústico 239 puede, por ejemplo, componerse de espuma expandida o comprimida o también puede componerse de goma, papel reforzado, fibra o tejido, compuestos de polímeros húmedos u otros materiales o compuestos, que incluye combinaciones de los materiales precedentes.

Dado que un efecto de la pared divisoria 226, ranuras de salida de sonido 225a, 225b y material absorbente acústico 239 es comprimir las ondas sonoras de salida desde las unidades de emisión 204, 205 y girarlas hacia el terminal de las ranuras de salida de sonido 225a, 225b, las unidades de emisión 204, 205 pueden tener que trabajar más intensamente para superar la resistencia inherente en la compresión de las ondas sonoras y en su redirección. A la vez la unidad de altavoces global 200 puede tener un perfil de salida más estrecho y obtener beneficios en términos de control direccional y características. Los detalles adicionales de la construcción de altavoces ranurados se describen por ejemplo, en la Solicitud de Estados Unidos pendiente junto con la presente Nº de Serie 10/339.357 presentada el 8 de enero de 2003 y 10/937.76 presentada el 8 de septiembre de 2004.

En una realización preferida, las dimensiones de las ranuras de salida de sonido 225a, 225b se pueden seleccionar en base a varios factores que incluyen, entre otras cosas, el intervalo de frecuencia esperado de la salida de audio. Con referencia a la FIGURA 2B en particular, los conductos sonoros que terminan en las ranuras de salida 225a, 225b pueden ser de naturaleza relativamente truncada; esto es, el espacio desde el borde más exterior de las unidades de emisión 204, 205 a la placa de la cara frontal curvada 237 se puede mantener relativamente corto para evitar, por ejemplo, la creación de ondas estacionarias o turbulencias y también para minimizar el trabajo necesitado por las unidades de emisión 204, 205 para forzar a las ondas sonoras comprimidas hacia el extremo de las ranuras de salida de sonido 225a, 225b. Impidiendo que las ondas sonoras desde las unidades de emisión 204, 205 se extiendan significativamente dentro de los confines del conducto de sonido, las ondas sonoras que emanan de las ranuras de salida 225a, 225b pueden tener una calidad de sonido y un rango dinámico comparable a las ondas sonoras inicialmente emitidas desde las unidades de emisión 204, 205 en sí mismas. El ancho de la ranuras de salida de sonido 225a, 225b se puede seleccionar suficientemente estrecho para proporcionar características direccionales amplias a través del intervalo de frecuencias para el que la longitud de la onda de sonido que viaja en el aire es grande comparada con las dimensiones de la ranura. Como un ejemplo, el ancho de la ranuras de salida de sonido 225a, 225b puede estar en el intervalo de 8 a 12 milímetros. El estrechamiento del ancho de la ranura de salida de sonido 225a, 225b puede disminuir potencialmente la eficiencia de las unidades de emisión (que puede estar compensado por unidades de emisión más grandes y/o una potencia de accionamiento incrementada), o pueden producir un ruido audible por la turbulencia. Por lo tanto, el estrechamiento de la ranuras de salida de sonido 225a, 225b puede estar limitado por, entre otras cosas, las pérdidas de impedancia que no se pueden compensar mediante el aumento de la potencia de accionamiento y el comienzo de artificiosidades sonoras o ruido producido por la turbulencia o flujo de aire no lineal.

Un beneficio potencial de una matriz de unidades de altavoces de acuerdo con las FIGURAS 2A-2B y otras matrices de unidades de altavoces ranuradas como se ha descrito en el presente documento, es que el sonido que emana desde la ranura de salida 225 puede tender en general a tener un ángulo de dispersión amplio a lo largo del eje longitudinal de la ranura, comparado con el ángulo de dispersión de una unidad de emisión convencional que mire hacia fuera o una matriz en línea. Por ello, la unidad de altavoces 200 puede poseer una característica direccional extremadamente amplia a través del intervalo de frecuencias para el que la longitud de onda del sonido en el aire es grande comparada con las dimensiones de la ranura. Debido al ángulo de dispersión amplio a lo largo del eje longitudinal, la unidad altavoces 200 puede proporcionar una experiencia de audición similar con relación a oyentes fuera del eje en una variedad de situaciones fuera del eje central de la ranura de salida 225. Las características

ventajosas de dispersión pueden permitir elecciones de diseño que, por ejemplo, tengan en cuenta la probabilidad relativa de que los oyentes se sitúen a lo largo de uno de los otros ejes de las ondas sonoras que emanan de la ranura de salida 225. Estas elecciones de diseño, en general no disponibles para emisores de ejes iguales, son particularmente ventajosas en espacios de audición confinados.

En un aspecto, los conductos sonoros de la unidad de altavoces 200 asociados con cada una de las unidades de emisión 204, 205 y que terminan en ranuras de sonido 225a, 225b "giran" de modo efectivo la salida de las ondas sonoras desde las unidades de emisión 204, 205 (en 90° en este ejemplo), de modo que el sonido se lleva a la ranura de salida 225 y se libera en tanto se retiene un grado suficiente de calidad sonora y se modifica la forma efectiva de la salida de los altavoces de un radiador elíptico o circular (como puede ser el caso de las unidades de emisión 204, 205) a un radiador rectangular alargado. Además, el área de la superficie de radiación total se puede reducir ventajosamente, cuando se compara con el área de la superficie de radiación de las unidades de emisión por sí mismas, minimizando el espacio necesitado. La relación de aspecto de las ranuras de salida de sonido 225a, 225b se puede ajustar o adaptar para modificar las características direccionales de la salida acústica para, por ejemplo, mejorar la calidad del sonido en las posiciones de audición fuera del eje.

En el ejemplo ilustrado, las unidades de emisión individuales 204, 205 se disponen simétricamente de modo que se oponen directamente entre sí, aunque, como se explicará posteriormente en el presente documento, en otras realizaciones relacionadas se pueden escalonar con respecto a las unidades de emisión en la matriz en línea opuesta. Entre otras ventajas y beneficios, además de diferencias en la estabilidad o direccionalidad de la imagen de sonido, la disposición de las FIGURAS 2A-2B mediante la que las unidades de emisión 204, 205 están en un ángulo recto con la dirección de salida del sonido, permite un perfil de salida de sonido frontal más estrecho cuando se compara con, por ejemplo, una columna de altavoces estándar o un par de columnas de altavoces.

Las unidades de emisión 204, 205, como se ha indicado, son preferentemente de una naturaleza adecuada para la reproducción de frecuencias en el intervalo bajo y/o medio. Se puede proporcionar una pluralidad de unidades de emisión más pequeñas adicionales 208 (por ejemplo unidades de emisión de alta frecuencia), preferentemente dispuestas en una matriz lineal a lo largo del eje central entre las dos matrices en línea 214, 215 o unidades de emisión en baja/media frecuencia (es decir, a lo largo de la pared divisoria 226) o en otro lugar para aumentar el rango dinámico de frecuencia del sistema de altavoces. Ventajosamente, el sonido radiado desde las unidades de emisión de alta frecuencia 208 emana desde aproximadamente la misma localización que el de las unidades de emisión de baja/media frecuencia 204, 205 de modo que la reproducción del sonido se realiza sin saltos a todo lo largo del espectro de frecuencias. Si es necesario, se pueden añadir pequeños retardos a las señales de audio que alimentan las unidades de emisión de alta frecuencia 208 para sincronizar su salida acústica con las unidades de emisión de baja/media frecuencia 204, 205.

De acuerdo con una realización, una señal de salida de audio para la unidad de altavoces 200 de las FIGURAS 2A-2B se procesa en una manera que proporciona, por ejemplo, un sombreado de Legendre independiente de la frecuencia, control direccional u otros efectos. La FIGURA 4A es un diagrama de bloques de alto nivel de los circuitos para proporcionar señales de entrada de audio a una unidad de altavoces tal como la ilustrada en las FIGURAS 2A-2B. Como se muestra en la FIGURA 4A, los circuitos de reproducción de sonido 400 incluyen un procesador de sonido 401 que recibe una señal de entrada de audio 441 y proporciona un conjunto de señales de audio procesadas 407a..n a una matriz de amplificadores 440a..n. Cada uno de los amplificadores 440a..n está conectado a un par de unidades de emisión, de modo que la primera señal de salida de amplificador 411a se conecta a un primer par de unidades de emisión 404a, 405a, una segunda señal de salida de amplificador 411b se conecta a un segundo par de unidades de emisión 404b, 405b y así sucesivamente hasta la señal de salida de amplificador enésima 411n que se conecta al último par de unidades de emisión 404n, 405n. Se supone en la FIGURA 4A que las unidades de emisión 404a..n, 405a..n corresponden a su posición física general en una matriz de altavoces en línea tal como se ilustra en la FIGURA 2A y por ello las unidades de emisión 404a, 405a estarían en la "cima" de la matriz de altavoces en línea, mientras que las unidades de emisión 404n, 405n estarían en el "fondo" de la matriz de altavoces en línea. De modo similar, las unidades de emisión 404a..n estarían en la "izquierda" de la matriz de altavoces en línea (que corresponde a las unidades de emisión 204 en la FIGURA 2A), mientras que las unidades de emisión 405a..n estarían en la "derecha" de la matriz de altavoces en línea (que corresponde a las unidades de emisión 205 en la FIGURA 2A).

Debido a que las unidades de emisión 204, 205 se miran directamente entre sí, con cada par de unidades de emisión en oposición dispuesto en el mismo ángulo radial, cada par de unidades de emisión puede compartir la misma señal de entrada. Por ello, por ejemplo, la primera señal de salida de amplificador 411a alimenta tanto a la unidad de emisión izquierda 404a como a la unidad de emisión derecha 405a.

En funcionamiento, cuando la matriz de altavoces en línea está conformada en un patrón de arco tal como el representado en la FIGURA 2A, el procesador de sonido 411 se puede configurar para accionar cada uno de los amplificadores 440a..n con un nivel de señal diferente que sigue la función de sombreado de Legendre continua, con los niveles de accionamiento decreciendo gradualmente desde el máximo en el centro de la matriz de altavoces en línea a cerca de cero en los bordes exteriores de la matriz (es decir las unidades de emisión 404a, 405a y 404n, 405n). Un ejemplo de tal procesamiento se describe en "Practical Implementation of Constant Beamwidth Transducer (CBT) Loudspeaker Circular-Arc Line Arrays". La salida de los niveles de accionamiento procesados

desde el procesador de sonido 401 depende en parte del número de unidades de emisión 404a..n, 405a..n en el sistema de altavoces, su tamaño relativo y su separación, la cantidad de truncado de la función de sombreado de Legendre y el número de “etapas” discretas, si hay alguna, usadas para aproximar una función de sombreado de Legendre continua.

Se ilustra un ejemplo en la FIGURA 21. Allí, la función de sombreado de Legendre continua se ilustra en líneas de puntos a lo largo del arco 2150, con la línea sólida 2151 que representa la curvatura de la placa de la cara frontal 237 en la FIGURA 2A, truncada a -12 dB. Se representa también la situación relativa de las unidades de emisión 2104 (las unidades de emisión 2104 se pueden emparejar en lados opuestos o pueden estar escalonadas, de acuerdo con los diversos ejemplos desvelados en otros lugares del presente documento). En general, cuantas más unidades de emisión 2104 estén presentes, mejor será la aproximación que se puede conseguir a una función de sombreado de Legendre continua. También, en general, cuanto más grandes sean las unidades de emisión 2104, más difícil será aproximar la función de sombreado de Legendre debido a que se pueden usar menos unidades de emisión en el espacio limitado del arco frontal 2152. Por ello, puede ser necesario en general tomar un compromiso entre el tamaño y número de unidades de emisión 2104 en una matriz en línea, con el efecto correspondiente en la capacidad de control e intervalo de frecuencias.

La unidad de procesamiento de sonido 401 puede comprender cada una, por ejemplo, un procesador de señal digital (no mostrado) y electrónica de soporte. Además para proporcionar el sombreado de Legendre, las unidades de procesamiento del sonido 402 pueden proporcionar cualquier tipo de ecualización necesaria y pueden proporcionar también funciones de control del haz y de encaminamiento de la señal, ejemplos de los cuales se describirán con más detalle en el presente documento a continuación. Es posible también obtener el sombreado mediante medios pasivos, reduciendo de ese modo el número de amplificadores que se podrían requerir en caso contrario. Por ejemplo, se puede diseñar la sensibilidad de cada unidad de emisión de modo individual para adaptarse a la requerida para una posición particular en la matriz (ayudado en parte por las conexiones en serie o paralelo de las unidades de emisión en una configuración de pares opuestos). Alternativamente, o adicionalmente, se puede colocar una red de atenuación pasiva entre el amplificador y la unidad de emisión o en serie en otra forma entre ellos. De modo similar, se puede usar también una red de retardo pasiva entre el amplificador y la unidad de emisión o en serie en otra forma entre ellos, adaptada al retardo requerido para una situación particular en la matriz de altavoces en línea para la simulación de una matriz en línea curvada.

Una matriz de altavoces en línea configurada de acuerdo con las FIGURAS 2A y 2B puede proporcionar varios beneficios y ventajas sobre las matrices en línea CBT convencionales. Por ejemplo, la unidad de altavoces 200 puede permitir que las unidades de emisión 204, 205 se coloquen más próximas que lo que permitirían las matrices en línea CBT convencionales debido a que la distancia entre las áreas de radiación de sonido efectiva se define por la distancia entre las ranuras de salida de sonido, no la distancia centro a centro entre las unidades de emisión reales como en las matrices en línea CBT convencionales. Las ranuras de salida de sonido se pueden colocar más próximas que las unidades de emisión reales de una matriz en línea CBT convencional. El espacio más próximo de las áreas efectivas de radiación de sonido puede mejorar la respuesta de frecuencia superior y el control direccional.

Otro beneficio o ventaja aparte de una separación efectiva más próxima de las áreas de radiación de sonido es que la unidad de altavoces 200 puede tener un perfil estrecho en términos de su área de radiación de sonido relativa (por ejemplo, el área a lo largo de la ranura 225), en comparación con, por ejemplo, una matriz en línea CBT convencional u otras matrices de altavoces en línea.

En un ejemplo de una unidad de altavoces 200 como se puede construir de acuerdo con una realización, se pueden proporcionar un total de 16 unidades de emisión de baja/media frecuencia (ocho unidades de emisión 204 en una matriz y ocho unidades de emisión 205 en la otra matriz), las unidades de emisión 204, 205 se pueden seleccionar para que sean de 70 mm de diámetro, la separación centro a centro entre unidades de emisión 204 o 205 en cada matriz se puede seleccionar para que se separe 90 mm y las unidades de emisión de alta frecuencia 208 pueden, por ejemplo, ser aproximadamente el doble de numerosas que el número de unidades de emisión 204 ó 205 en cualquiera de las matrices izquierda o derecha y pueden estar separados 45 mm centro a centro. En este ejemplo, la ranura de salida de sonido 225a, 225b puede estar en el intervalo de, por ejemplo, 10-12 mm de ancho. Estas particularidades se proporcionan en el contexto de un ejemplo específico y no son indicativas de ninguna forma de limitación.

Una unidad de altavoces configurada de acuerdo con las varias realizaciones como las desveladas anteriormente y en otros lados del presente documento, puede proporcionar, entre otros beneficios y ventajas, una respuesta de banda ancha junto con una anchura del haz y un comportamiento direccional altamente constantes; adicionalmente, tal unidad de altavoces pude proporcionar tales beneficios o ventajas en ausencia de lóbulos laterales significativos.

Las FIGURAS 3A-3B ilustran otra realización de una unidad de altavoces 300 que usa un modo de matriz de altavoces en línea. La unidad de altavoces 300 ilustrada en las FIGURAS 3A-3B es similar a la unidad de altavoces 200 en muchos aspectos y los números de referencia 3xx en las FIGURAS 3A-3B corresponden en general a características análogas designadas con números de referencia 2xx en las FIGURAS 2A-2B. Como con la unidad de altavoces 200 en las FIGURAS 2A-2B, la unidad altavoces 300 mostrada en la FIGURA 3A tiene un par de matrices en línea de altavoces opuestas 314, 315 y corresponde cada una a una serie de unidades de emisión 304, 305

(mostradas con líneas de puntos). Las unidades de emisión 304, 305 son, como anteriormente, preferentemente unidades de emisión en el intervalo de baja y/o media frecuencia, aunque en otras realizaciones pueden tener un intervalo de frecuencia diferente. Las unidades de emisión 304, 305 de las dos matrices en línea de altavoces curvadas 314, 315 en este ejemplo se sitúan encaradas entre sí, separadas por una ranura de salida de sonido relativamente estrecha y alargada 325. La ranura de salida de sonido alargada 325, se puede componer tanto de una única ranura como de una serie de ranuras, discurre a lo largo de la longitud de las dos matrices en línea de altavoces opuestos 314, 315 y proporciona una trayectoria para la salida del sonido desde las unidades de emisión de baja/media frecuencia 304, 305, como se ha descrito en conexión con las FIGURAS 2A-2B. En este ejemplo particular, una pared divisoria 326 discurre hacia abajo de la longitud de la ranura de salida de sonido principal 325, dividiéndola en dos ranuras de salida de sonido paralelas (izquierda y derecha) 325a, 325b. La primera ranura de salida de sonido 325a proporciona una trayectoria para la salida de sonido desde la primera matriz de altavoces en línea 314 y la segunda ranura de salida de sonido 325b proporciona la trayectoria para la salida de sonido desde la segunda matriz de altavoces en línea 315. Las unidades de emisión 304, 305 se montan preferentemente en un bafle o estructura similar, de forma que aísle acústicamente su radiación de sonido hacia adelante de su radiación de sonido hacia atrás.

La unidad de altavoces 300 puede tener (aunque no lo necesita) dos paredes laterales 333, 334 con una placa de cara frontal 337 (que se puede componer de lados izquierdo y derecho) que se extiende entre ellos. La unidad de altavoces 300 puede tener adicionalmente una placa de pared superior 332 y una placa de pared inferior 331, que interconecta las paredes laterales 333, 334 y la placa de cara frontal 337. La unidad de altavoces 300 puede tener también una serie de unidades de emisión de alta frecuencia 308 a lo largo de la ranura de salida de sonido 325. Ventajosamente, el sonido radiado desde las unidades de emisión de alta frecuencia 308 emana desde aproximadamente la misma localización que el de las unidades de emisión de baja/media frecuencia 304, 305, de modo que la reproducción del sonido se realiza sin saltos a todo lo largo del espectro de frecuencia. Si es necesario, se pueden añadir ligeros retardos a la señal o señales de audio que alimentan las unidades de emisión de alta frecuencia 308 para sincronizar su salida acústica con las unidades de emisión de baja/media frecuencia 304, 305.

A diferencia de la unidad de altavoces 200, que tiene una placa de cara frontal 337 que sigue preferentemente un arco en base a una función de sombreado de Legendre continua o una parte truncada de la misma, la placa de la cara frontal 337 de la unidad de altavoces 300 en las FIGURAS 3A-3B es preferentemente sustancialmente plana. Se puede en su lugar simular la curvatura de la placa de la cara frontal 227 de la realización mostrada en las FIGURAS 2A-2B mediante retardos electrónicos que dependen de la localización relativa de las unidades de emisión 304, 305. Las unidades de emisión 304, 305 situadas en la parte central de la unidad de altavoces 300 tendrían el retardo añadido menor (debido a que corresponden a la localización que estaría más cercana al oyente de acuerdo con la función de sombreado de Legendre) o ningún retardo, mientras que las unidades de emisión 304, 305 situadas en la parte más superior y más inferior de la unidad de altavoces 300 tendrían el retardo añadido mayor (debido que corresponden a localizaciones que estarían más alejadas del oyente de acuerdo con la función de sombreado de Legendre).

La FIGURA 4B es un diagrama de bloques de alto nivel de una realización de un circuito o sistema que se puede usar para proporcionar las señales de entrada a la unidad altavoces 300 ilustrada en las FIGURAS 3A-3B. Los circuitos de reproducción de sonido 450 ilustrados en la FIGURA 4B son similares a los circuitos 400 mostrados en la FIGURA 4A, pero añaden retardos a varias señales de salida de audio para simular la curvatura a lo largo de la función de sombreado de Legendre. De modo similar al sistema 400 de la FIGURA 4A, el circuito de reproducción de sonido 450 de la FIGURA 4B puede incluir un procesador de sonido 451 que recibe una señal de entrada de audio 491 y que proporciona un conjunto de señales de audio procesadas 457a..n a una matriz de amplificadores 490a..n. Cada uno de los amplificadores 490a..n en este ejemplo se conecta aun par de unidades de emisión, de modo que la primera señal de salida de amplificador 461a se conecta a un primer par de unidades de emisión 454a, 455a, una segunda señal de salida de amplificador 461b se conecta a un segundo par de unidades de emisión 454b, 455b y así sucesivamente, hasta la enésima señal de salida de amplificador 461n que se conecta al último par de unidades de emisión 454n, 455n. Se supone en la FIGURA 4B que las unidades de emisión 454a..n, 455a..n corresponden a su posición física general en una matriz de altavoces en línea tal como se ilustra en la FIGURA 3A, y por ello las unidades de emisión 454a, 455a estarían en la “cima” de la matriz de altavoces en línea, mientras que las unidades de emisión 454n, 455n estarían en el “fondo” de la matriz de altavoces en línea. De modo similar, las unidades de emisión 454a..n estarían a la “izquierda” de la matriz de altavoces en línea (que corresponde las unidades de emisión 304 en la FIGURA 3A), mientras que las unidades de emisión 455a..n estarían a la “derecha” de la matriz de altavoces en línea (que corresponde a las unidades de emisión 305 en la FIGURA 3A).

Debido a que las unidades de emisión 304, 305 se encaran directamente entre sí en el ejemplo particular de la FIGURA 3A, en que cada par de unidades de emisión opuestas 304, 305 está dispuesto a la misma distancia relativa del eje central de la unidad altavoces 300, cada par de unidades de emisión en oposición puede compartir la misma señal de entrada, de ese modo, por ejemplo, la primera señal de salida de amplificador 461a alimenta tanto a la unidad de emisión izquierda 454a como a la unidad de emisión derecha 455a y así sucesivamente para las otras señales de salida de amplificadores 461b..n y unidades de emisión 454b..n, 455b..n. Cada señal de salida de amplificador 461a..n tiene también un retardo asociado 471a..n que corresponde a la distancia añadida que las ondas sonoras necesitarían recorrer en el aire si la unidad de emisión particular 304, 305 estuviese situada físicamente a lo largo del arco de la función de sombreado de Legendre, como en la FIGURA 2A.

La cantidad de retardo requerido para cada unidad de emisión 304, 305 se ilustra conceptualmente en la FIGURA 22. La FIGURA 22 muestra un frontal de altavoces curvado en el lado izquierdo de los mismos, que tiene un arco basado en la función de sombreado de Legendre como en la unidad de altavoces 200 de la FIGURA 2A. Se ilustra también la distancia relativa de cada unidad de emisión 204, 205, en la que $\Delta 1$ es la distancia diferencial desde el frontal de la unidad de emisión central (y por ello la más adelantada) al frontal de la unidad de emisión más superior (y por ello la más retrasada) y por ello la distancia más larga; siendo $\Delta 2$ la distancia diferencial desde el frontal de la unidad de emisión central al frontal de la segunda unidad de emisión desde la parte superior (y por ello la siguiente unidad de emisión más retrasada) y por ello la segunda distancia más larga y así sucesivamente. Las distancias $\Delta 1$, $\Delta 2$, $\Delta 3$, etc. se pueden transformar fácilmente en magnitudes de retardo D1, D2, D3, etc. mediante el cálculo de la duración de tiempo que tomaría a las ondas sonoras recorrer esas distancias en el aire y son generalmente del orden de milisegundos o fracciones de los mismos. Las cantidades de retardo D1, D2, D3, ... son las mismas cantidades de retardo Retardo-1, Retardo -2, Retardo -3, ... aplicadas por los circuitos en la FIGURA 4B, para simular la curvatura frontal de la unidad de altavoces 200 en la FIGURA 2A con la unidad de altavoces de cara plana 300 de la FIGURA 3A.

En el funcionamiento, como en la FIGURA 2A, el procesador de sonido 451 se puede configurar para accionar cada uno de los amplificadores 490a..n con un nivel de señal diferente que sigue la función de sombreado de Legendre continua, con los niveles de accionamiento decreciendo gradualmente desde el máximo en el centro de la matriz de altavoces en línea a casi cero en los bordes exteriores de la matriz (es decir las unidades de emisión 454a, 455a y 454n, 455n). Como se ha indicado previamente, los niveles de salida de emisión procesados desde el procesador de sonido 451 depende en parte del número de unidades de emisión 454a..n, 425a..n en el sistema de altavoces, su tamaño relativo y separación, la cantidad de truncado de la función de sombreado de Legendre y el número de “etapas” discretas, si hay alguna, usadas para aproximar una función de sombreado de Legendre continua. Además, las cantidades de retardo introducidas por los retardos 471a..n son acumulativas al procesamiento realizado por el procesador de sonido 451.

Mientras que los retardos 471a..n se muestran conceptualmente como bloques separados en la FIGURA 4B, se debería comprender que los retardos 471a..n se pueden implementar en cualquiera de una diversidad de maneras, por ejemplo, usando retardos de hardware (que puede ser ajustable) o mediante el uso de la programación de retardos usando el procesamiento de señales digitales que se puede incorporar en el procesador de sonido 451. El circuito de retardo puede así tomar la forma de cualquier circuito electrónico adecuado (tanto activo como pasivo y tanto analógico como digital) y preferentemente tener un impacto mínimo o ninguno en el contenido de la señal de salida de audio al menos en las frecuencias que se están reproduciendo.

La FIGURA 5 ilustra otra realización de una unidad de altavoces 500 configurada como una matriz de altavoces en línea. La unidad de altavoces 500 ilustrada en la FIGURA 5 es similar a la unidad de altavoces 300 mostrada en las FIGURAS 3A-3B en muchos aspectos; por ello, los números de las referencias 5xx en la FIGURA 5 corresponden en general a características análogas a las designadas con los números de referencia 3xx usados en las FIGURAS 3A-3B. Como en la unidad de altavoces 300 en las FIGURAS 3A-3B, la unidad de altavoces 500 mostrada en la FIGURA 5 tiene un par de matrices en línea de altavoces opuestas 514, 515, en la que cada una comprende una serie de unidades de emisión 504, 505 (mostradas con líneas de puntos). La diferencia principal sobre la unidad de altavoces 300 de las FIGURAS 3A-3B es que las unidades de emisión 504 de la unidad altavoces 500 en la FIGURA 5 están escalonadas con respecto a las unidades de emisión opuestas 505. Una ventaja particular de la unidad de altavoces 500 de la FIGURA 5 es que se puede conseguir un efecto de sombreado de Legendre más gradual, porque los intervalos entre las unidades de emisión 504, 505 se recortan de modo efectivo a la mitad y así se reduce el escalonado espacial. El escalonado espacial es un fenómeno conocido descrito con más detalle, por ejemplo, en R. Schmidmaier y D.G. Meyer, “Dynamic Amplitude shading of Electronically Steered Line Source Arrays”, 92ª Convention of the Audio Engineering Society, Preimpresión 3272 (24-27 de marzo de 1992).

Como se ha explicado en general en el presente documento, para una separación dada *d* de las fuentes acústicas, no sucede ningún escalonado espacial (y por lo tanto no se producen lóbulos en rejilla) para frecuencias *f* por debajo de $f = c/2d$, en la que *c* es la velocidad del sonido. Por lo tanto, reduciendo la separación entre las unidades de emisión por medio del escalonado de sus posiciones relativas en ranuras opuestas puede incrementar ventajosamente la primera frecuencia a la que sucede el escalonado espacial a lo largo del eje de la matriz. De modo similar, la capacidad para separar las unidades de emisión muy juntas mediante su colocación cara a cara, por ejemplo, puede reducir ventajosamente el efecto de lóbulos perpendiculares al eje de la ranura. La unidad de altavoces 500 de la FIGURA 5 puede requerir algún procesamiento adicional debido a que las señales de salida para las unidades de emisión opuestas ya no pueden ser compartidas.

En otros aspectos, la unidad de altavoces 500 es muy similar a la de las FIGURAS 3A-3B. Las unidades de emisión 504, 505 son, como anteriormente, realizadas preferentemente como unidades de emisión en el intervalo de baja y/o media frecuencia aunque también pueden cubrir un intervalo de frecuencias diferente. Las unidades de emisión 504, 505 están, como se ha indicado anteriormente, situadas mirando entre sí pero escalonadas y se separan por una ranura de salida de sonido relativamente estrecha y alargada 525. La ranura de salida de sonido alargada 525 puede comprender tanto una única ranura como una serie de ranuras y recorrer a todo lo largo de la longitud de las dos matrices de altavoces en línea en oposición 514, 515, proporcionando la trayectoria para la salida del sonido

desde las unidades de emisión de baja/media frecuencia 504, 505 como se ha descrito previamente con respecto a otras unidades de altavoces similares. En este ejemplo particular, una pared divisoria 526 recorre hacia abajo la longitud de la ranura de salida de sonido principal 525, dividiéndola en dos ranuras de salida de sonido paralelas (izquierda y derecha) 525a, 525b. Como en las unidades de altavoces descritas previamente, la primera ranura de salida de sonido 525a proporciona una trayectoria para la salida del sonido desde la primera matriz de altavoces en línea 514 y la segunda ranura de salida de sonido 525b proporciona una trayectoria para la salida del sonido desde la segunda matriz de altavoces en línea 515. Las unidades de emisión 504, 505 se montan preferentemente en un bafle o una estructura similar de forma que aísle acústicamente su radiación de sonido hacia adelante de su radiación de sonido hacia atrás. La unidad de altavoces 500 puede tener también unidades de emisión de alta frecuencia 508 que recorren hacia abajo la longitud de la ranura de salida principal 525. Ventajosamente, el sonido radiado desde las unidades de emisión de alta frecuencia 508 emana desde aproximadamente la misma localización que el de las unidades de emisión de baja/media frecuencia 504, 505 de modo que la reproducción del sonido se realiza sin salto a todo lo largo del espectro de frecuencia. Si es necesario, se pueden añadir ligeros retardos a la señal o señales de audio que alimentan las unidades de emisión de alta frecuencia 508 para sincronizar su salida acústica con la de las unidades de emisión de baja/media frecuencia 504, 505.

La unidad de altavoces 500 puede tener (aunque no es necesario) dos paredes laterales 533, 534 con una placa de cara frontal 537 (que puede comprender laterales izquierdo y derecho) que se extiende entre ellos. La unidad de altavoces 500 puede tener adicionalmente una placa de pared superior 532 y una placa de pared inferior 531, que interconecta las paredes 533, 534 y la placa de cara frontal 537. La unidad de altavoces 500 preferentemente también tiene un material absorbente acústicamente, similar al mostrado en la FIGURA 3B, alrededor de los contornos posteriores de las unidades de emisión 504, 505 para forzar las ondas sonoras a la salida por la ranura 525 y para reducir, por ejemplo, la turbulencia y/o las ondas estacionarías que podrían surgir en caso contrario.

Una realización particular de unidad de altavoces construida de acuerdo con los principios generales de la FIGURA 5 se ilustra en las FIGURAS 13A (vista frontal) y 13B (vista frontal en sección transversal). Como se representa en ellas, una unidad de altavoces 1300 incluye dos matrices de altavoces en línea encaradas entre sí que tienen ocho unidades de emisión de baja o media frecuencia 1304, 1305 en uso (mostradas en líneas continuas en la FIGURA 13B), escalonadas con respecto a las unidades de emisión en la matriz en línea opuesta. Se sitúa una matriz de dieciséis unidades de emisión de alta frecuencia 1308 (mostrada en línea continua en la FIGURA 13A) hacia abajo de la mitad de la unidad de altavoces 1300. Las unidades de emisión de baja/media frecuencia 1304, 1305 radian acústicamente desde la ranuras de salida de sonido 1325a, 1325b, como se ha descrito anteriormente.

El procesamiento del sonido para unidad de altavoces 500 (o 1300) es similar a la realizada para las unidad de altavoces 300 de las FIGURAS 3A-3B, pero debido a que las unidades de emisión 504, 505 están escalonadas pueden ser necesarios componentes adicionales. La FIGURA 6 es un diagrama de bloques de alto nivel que representa una realización de circuitos tal como se puede usar para proporcionar señales de entrada a la unidad altavoces 500 ilustrada en la FIGURA 5. El circuito de reproducción de sonidos 600 ilustrado en la FIGURA 6 es similar al circuito 450 mostrado en la FIGURA 4B, pero incluye una señal de salida y retardo separados para cada unidad de emisión 504, 505 (representada como 604a..n, 605a..n en la FIGURA 6). Como anteriormente los retados 671 tienen el efecto de simular la curvatura a lo largo de la función de sombreado de Legendre. De modo similar al circuito 450 de la FIGURA 4B, el circuito de reproducción de sonido 600 de la FIGURA 6 puede incluir un procesador de sonido 601 que recibe una señal de entrada de audio 641 y proporciona un conjunto de señales de audio procesadas 607a1,2..n1,2 a una matriz de amplificadores 640a1,2..n1,2. Cada uno de los amplificadores 640a1,2..n1,2 en este ejemplo se conecta a una unidad de emisión individual, de modo que la primera señal de salida de amplificador 611a1 se conecta a una primera unidad de emisión izquierda 640a, una segunda señal de salida de amplificador 611a2 se conecta a una primera unidad de emisión derecha 605a, una tercera señal de salida de amplificador 611b1 se conecta a una segunda unidad de emisión izquierda 604b, una cuarta señal de salida de amplificador 611b2 se conecta a una segunda unidad de emisión derecha 605b y así sucesivamente hasta el enésimo par de señales de salida del amplificador 611n1,2 que se conectan al último par de unidades de emisión 604n, 605n.

Se supone en la FIGURA 6 que las unidades de emisión 604a..n, 605a..n corresponden a su posición física general en una matriz de altavoces en línea tal como la ilustrada en la FIGURA 5, y por ello las unidades de emisión 604a, 605a estarían en la “cima” de la matriz de altavoces en línea, mientras que las unidades de emisión 604n, 605n estarían en el “fondo” de la matriz de altavoces en línea. De la misma forma, las unidades de emisión 604a..n estarían a la “izquierda” de la matriz de altavoces en línea (que corresponde a las unidades de emisión 504 en la FIGURA 5), mientras que las unidades de emisión 605a..n estarían a la “derecha” de la matriz de altavoces en línea (que corresponde a las unidades de emisión 505 en la FIGURA 5).

De modo similar a la unidad de altavoces 300 y su procesamiento asociado en la FIGURA 4B, cada señal de salida de amplificador 611a1,2..n1,2 tiene también un retardo asociado 671a1,2..n1,2 que corresponde a la distancia añadida que las ondas sonoras necesitarían recorrer en el aire si la unidad de emisión particular 504, 505 estuviese físicamente situada a lo largo del arco de la función de sombreado de Legendre, como en la FIGURA 2A. La cantidad de retardo requerido para cada unidad de emisión 504, 505 se calcula como anteriormente, descrita con respecto a la FIGURA 22.

Aunque la unidad de altavoces 500 y el procesamiento asociado se ha descrito con relación a una unidad de altavoces de frontal plano (similar a la unidad de altavoces 300 de las FIGURAS 3A-3B), la misma técnica de unidades de emisión escalonadas 504, 505 se puede aplicar también a otras realizaciones, tal como la unidad de altavoces de cara curvada 200 de las FIGURAS 2A-2B.

Una matriz de altavoces en línea configurada de acuerdo con la FIGURA 5 puede proporcionar varios beneficios y ventajas sobre las matrices en línea CBT convencionales y otras matrices en línea de altavoces. Por ejemplo, la unidad de altavoces 500 puede permitir que las unidades de emisión 504, 505 se coloquen de modo efectivo más próximas entre sí, por ejemplo, que las de las matrices en línea CBT convencionales u otras matrices en línea sin unidades de emisión escalonadas. La separación efectiva más cercana de las unidades de emisión 504, 505 puede mejorar la respuesta en las frecuencias superiores y el control direccional. Este efecto se puede explicar con más detalle con referencia a la FIGURA 23, que compara ciertas características de una matriz en línea convencional 2310 que usa unidades de emisión no escalonadas con una unidad de altavoces en matriz en línea dual (ranurada) 2320 que tiene unidades de emisión escalonadas. La longitud global D de la matriz en línea 2310 determina la frecuencia más baja que se puede reproducir. La longitud D es preferentemente suficientemente larga para generar la frecuencia más baja deseada. Por otro lado, la separación d entre las unidades de emisión 2311 en la matriz en línea 2310 determina la frecuencia máxima que se puede reproducir. Por ello, minimizar la separación *d* puede ser muy importante para conseguir una respuesta en alta frecuencia aceptable. Mientras que el uso de unidades de emisión más pequeñas 2311 puede reducir la separación *d*, haciendo eso puede impactar de modo negativo la capacidad para reproducir tonos bajos. Por otro lado, el uso de unidades de emisión demasiado grandes 2311 puede hacer d tan grande que la respuesta en alta frecuencia sea inaceptable. Por el contrario, las unidades de emisión escalonadas 2321, 2322 de la unidad de altavoces en matriz en línea dual 2320 recorta de modo efectivo la distancia d a la mitad, doblando de modo efectivo la frecuencia máxima que se puede producir sin afectar negativamente la reproducción de los tonos bajos. Haciendo adicionalmente las dos matrices de altavoces en línea ranuradas, como en la FIGURA 5, las áreas de radiación efectiva de las unidades de emisión 2321, 2322 se pueden hacer más próximas, minimizando el impacto de tener unidades de emisión 2321, 2322 separadas en dos matrices en línea. Por ello, globalmente la combinación de las unidades de emisión escalonadas 2321, 2322 y la salida ranurada permite, entre otras cosas, una reproducción óptima del sonido con un intervalo de frecuencias que es significativamente mayor que la que ha sido posible hasta el momento.

Otro beneficio o ventaja separado es que la unidad de altavoces 500 puede tener un perfil estrecho en términos de su área de radiación de sonido relativa (por ejemplo, el área a lo largo de la ranura 525), en comparación con, por ejemplo, una matriz en línea CBT convencional, u otras matrices de altavoces en línea.

En algunos casos, puede ser deseable tener un ancho total de la ranura de salida del sonido 325 ó 525 más estrecho que el ancho de las unidades de emisión de alta frecuencia 308 ó 508. Por ejemplo, las unidades de emisión de alta frecuencia 308, 508 puede ser de aproximadamente 20 milímetros de ancho, que en algunos casos puede ser mayor de lo deseado. Colocando las unidades de emisión de alta frecuencia 308, 508 ligeramente hacia delante de la ranura de salida de sonido 325, 525, las unidades de emisión de alta frecuencia 308, 508 pueden ser más anchas que la ranura de salida de sonido 325, 525 si se desea. Puede ser deseable en esa situación añadir un ligero retardo a la señal que acciona las unidades de emisión de alta frecuencia 308, 508 de modo que su salida se sincronice con las unidades de emisión de baja/media frecuencia, si la ligera diferencia en la salida es perceptible.

En ciertos casos puede ser deseable aumentar la frecuencia máxima efectiva de las unidades de emisión de alta frecuencia 308 ó 508 mediante el escalonado de las unidades de emisión de alta frecuencia, usando principios similares a los descritos con respecto a las unidades de emisión de baja/media frecuencia en las FIGURAS 3A-3B y 5. Las unidades de emisión de alta frecuencia 308, 508 se pueden situar también lateralmente con respecto a la cara frontal de la unidad de altavoces y emparejadas, como las unidades de emisión de baja/media frecuencia en las FIGURAS 3A-3B, de modo que su salida se transmita también a través de una ranura similar a la de las unidades de emisión de baja/media frecuencia. Además, es posible extender los principios descritos en el presente documento desde un sistema de altavoces de dos vías a un sistema de altavoces de tres vías, proporcionando matrices en línea separadas para las unidades de emisión de baja frecuencia, unidades de emisión de media frecuencia y unidades de emisión de alta frecuencia, respectivamente.

Las unidades de emisión de alta frecuencia en cualquiera de las realizaciones del presente documento se pueden construir con conos de altavoces o también pueden, por ejemplo, ser de naturaleza isodinámica. Mientras que las unidades de emisión isodinámicas pueden tener una baja distorsión y una gran área de radicación, pueden, dependiendo de su construcción, tener ciertas desventajas (tal como una menor eficiencia) y pueden ser más caras que otros tipos de unidades de emisión.

Una realización particular de una unidad de altavoces con unidades de emisión escalonadas configurada de acuerdo con los principios descritos con respecto a las FIGURAS 5 y 6, se ilustra desde varios puntos de vista y secciones transversales en las FIGURAS 19A-19D. En general, los números de referencia 19xx representan características en las FIGURAS 19A-19D similares a las identificadas con los números de referencia 5xx en la FIGURA 5. Como se muestra primero en la FIGURA 19A, la unidad de altavoces 1900 puede comprender un recinto formado por una placa de cara sustancialmente plana 1937 (dividida en laterales izquierdo y derecho en la FIGURA 19A), paredes laterales 1933, 1934, una placa de pared base 1931, una placa de pared superior 1932 y una placa posterior 1995

(como se muestra en las FIGURAS 19B-19D). La unidad de altavoces 1900 en este ejemplo incluye matrices en línea de altavoces 1914, 1915 que se representa en las FIGURAS 19C (que muestra una sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A en la FIGURA 19A) y 19D (que muestra una sección transversal tomada a lo largo de la línea C-C en la FIGURA 19A), respectivamente, comprendiendo cada matriz de altavoces en línea 1914, 1915 una matriz de unidades de emisión 1904, 1905. Las unidades de emisión 1904, 1905, como en la FIGURA 5, se realizan preferentemente como unidades de emisión en el intervalo de baja y/o media frecuencia, aunque pueden cubrir también un intervalo de frecuencia diferente. Las unidades de emisión 1904, 1905 se sitúan encaradas entre sí, pero escalonadas y se separan mediante una ranura de salida de sonido relativamente estrecha y alargada 1925. La ranura de salida de sonido alargada 1925 puede comprender tanto una única ranura como una serie de ranuras y recorre a lo largo la longitud de las dos matrices en línea de altavoces opuestas 1914, 1915, que proporcionan una trayectoria para la salida del sonido desde las unidades de emisión de baja/media frecuencia 1904, 1905 como se ha descrito previamente con respecto a la FIGURA 5 y otras unidades de altavoces desveladas en el presente documento.

Como se ilustra adicionalmente en la figura 19A, se puede situar una matriz de unidades de emisión de alta frecuencia 1908 hacia abajo de la longitud de la ranura de salida principal 1925. Ventajosamente, el sonido radiado desde las unidades de emisión de alta frecuencia 1908 emana desde aproximadamente la misma localización que las unidades de emisión de baja/media frecuencia 1904, 1905, de modo que la reproducción del sonido se realiza sin saltos a través del espectro de frecuencia. Si es necesario, se pueden añadir ligeros retardos a la señal o señales de audio que alimentan las unidades de emisión de alta frecuencia 1908 para sincronizar su salida acústica con las unidades de emisión de baja/media frecuencia 1904, 1905. En este ejemplo particular, una pared divisoria 1924 recorre hacia abajo la longitud de la ranura de salida de sonido principal 1925, dividiéndola en dos ranuras de salida de sonido paralelas (izquierda y derecha) 1925a, 1925b. Como en unidades de altavoces descritas previamente, la primera ranura de salida de sonido 1925a proporciona una trayectoria para la salida del sonido desde la primera matriz de altavoces en línea 1914 y la segunda ranura de salida de sonido 1925b proporciona una trayectoria para la salida de sonido desde la segunda matriz de altavoces en línea 1915.

Se representan detalles adicionales de las interioridades de la unidad de altavoces en la FIGURA 19B, que es una vista en sección transversal de la unidad de altavoces 1900 tomada a lo largo de la línea B-B en la FIGURA 19A. Como se muestra en ella, se sitúa una unidad de emisión de alta frecuencia 1908 entre los dos laterales de la placa de la cara frontal 1937, en aproximadamente el mismo plano que ellas (aunque esto no es necesariamente requerido). Una unidad de emisión izquierda 1904 de la primera matriz de altavoces en línea 1914 se monta en un bafle 1988 (u otra estructura similar) que aísla acústicamente la radiación de sonido hacia adelante de las unidades de emisión de su radiación de sonido hacia atrás. De modo similar la unidad de emisión derecha 1905 se monta también sobre un bafle 1989 (u otra estructura similar) que aísla acústicamente la radiación de sonido hacia adelante de las unidades de emisión de su radiación de sonido hacia atrás. Los bafles 1988, 1989 se ilustran también en las FIGURAS 19C y 19D. Como se ha representado mejor en esas dos figuras, la unidad de altavoces 1900 tiene también preferentemente un material absorbente acústico (tal como espuma comprimida) 1939a, 1939b que se conforma de modo que fuerce a la salida de las ondas sonoras de la ranura de salida 1925a o 1925b y para reducir los efectos no deseados tales como turbulencias y/o ondas estacionarias que pueden surgir en caso contrario. En este ejemplo particular, el material absorbente acústico 1939a, 1939b se conforma de modo que separa o aísle cada una de las unidades de emisión 1904, 1905 de las unidades de emisión adyacentes. Se conforma también de modo que se expande hacia la abertura de la ranura de salida de sonido 1925a o 1925b y de modo que siga en general los contornos posteriores de los conos de las unidades de emisión. El material absorbente acústico 1939a, 1939b se representa también entre los bafles 1988, 1989 en la FIGURA 19B, junto con secciones centrales adicionales de espuma cortada (u otro material absorbente acústico similar) 1997, 1998 que colectivamente forman la pared divisoria 1926 mostrada en la FIGURA 19A.

Debido a que las unidades de emisión 1904, 1905 están escalonadas con respecto a cada matriz en línea 1914, 1915, las aberturas de ranuras están en alguna forma escalonadas. Por ello, en la FIGURA 19B, se ilustra la abertura de ranura 1925b de la unidad de emisión 1905, pero en esa sección transversal particular el material absorbente acústico 1939a divide dos de las unidades de emisión izquierda 1904 y por ello parece que alcanza el borde en donde debería estar la ranura de salida lateral izquierda 1925a. Si la sección transversal fuese tomada ligeramente hacia arriba o abajo en la unidad de altavoces 1900, ocurriría la situación opuesta; esto es, el material absorbente acústico 1939b en el del lado derecho aparecería alcanzar a cada una de las ranuras de salida del lado derecho 1925b mientras que la ranura de salida del lado izquierdo 1925 estaría visible.

El ancho del material absorbente acústico 1939a, 1939b en este ejemplo corresponde en general al ancho de las ranuras de salida izquierda y derecha 1925a, 1925b aunque en otras realizaciones el material absorbente acústico se podría conformar o contornear como se desee. En una realización, por ejemplo, el material absorbente acústico 1939a, 1939b tiene aproximadamente 10 a 12 milímetros de grosor; este grosor puede afectar a la salida de la frecuencia máxima deseable. Además, se puede colocar un material de amortiguación acústica 1984 tal como relleno BAF (que es un material suave, sintético de amortiguación acústica) en los recintos entre los bafles 1988, 1989 y las paredes laterales respectivas 1934, 1933. Se ilustran también otras características, tales como las tiras de junta 1976, 1993 en la FIGURA 19B y las juntas 1909 en la FIGURA 19A.

En la unidad de altavoces de ejemplo 1900 ilustrada en las FIGURAS 19A-19D, se usa un total de 17 unidades de

emisión de baja/media frecuencia 1904, 1905, así como 17 unidades de emisión de alta frecuencia 1908. Sin embargo, se puede usar cualquier número de unidades de emisión 1904, 1905 ó 1908 para ajustarse a una aplicación o necesidad particular.

El procesamiento de sonido para la unidad de altavoces 1900 puede ser similar al de la FIGURA 5; en otras palabras, un procesador de sonido construido de acuerdo con la FIGURA 6 puede ser adecuado para proporcionar salida de sonido para la unidad de altavoces 1900.

Otra realización generalmente similar de una unidad de altavoces con unidades de emisión escalonadas configuradas de acuerdo con algunos de los principios descritos con relación a las FIGURAS 5 y 6 y 19A-D, se ilustran desde varios puntos de vista y secciones transversales en las FIGURAS 20A-20E. Las unidades de altavoces en las FIGURAS 20A-20D son similares a la unidad de altavoces 1900 en las FIGURAS 19A-19D, pero las unidades de emisión 2004, 2005 están invertidas en orientación de modo que más que mirarse entre sí están mirando en sentido opuesto a la otra. Las FIGURAS 20A-20D se alinean de modo que se ilustran varias características de la unidad de altavoces en la misma posición relativa a lo largo de las cuatro figuras, aunque el recinto de altavoces completo no se ilustre. Como se muestra en la FIGURA 20A, la unidad de altavoces en esta realización incluye dos matrices en línea de altavoces adyacentes 2014, 2015 que comprende cada una conjunto de unidades de emisión 2004, 2005. Las unidades de emisión 2004, 2005 se realizan preferentemente como unidades de emisión de baja y/o media frecuencia, aunque pueden cubrir también un intervalo de frecuencia diferente. Las unidades de emisión 2004, 2005 se sitúan mirando al lado contrario de la otra y se escalonan de modo que las matrices en línea altavoces 2014, 2015 se pueden colocar juntas próximas. De modo similar a otras unidades de altavoces, las unidades de emisión 2004, 2005 proporcionan su radiación acústica saliendo de ranuras de salida de sonido 2025a, 2025b, que en este ejemplo se realizan como una serie de ranuras (una para cada unidad de emisión 2004, 2005) aunque se pueden usar asimismo una única ranura de salida o ranuras de salida compartidas. Las ranuras de salida de sonido 2025a, 2025b proporcionan una trayectoria para la salida de sonido desde las unidades de emisión de baja/media frecuencia 2004, 2005 como se ha descrito con referencia a varias otras unidades de altavoces desveladas en el presente documento. Las ranuras de salida de sonido 2025a, 2025b se pueden construir como parte de una unidad de emisión de un módulo de guía de onda 2081a o 2081b, como se describe adicionalmente a continuación.

Como se ilustra adicionalmente en la FIGURA 20A y 20D, se puede situar una matriz de unidades de emisión de alta frecuencia 2008 recorriendo la longitud del centro de la unidad de altavoces, entre las matrices en línea de altavoces 2014, 2015. Ventajosamente, el sonido radiado desde las unidades de emisión de alta frecuencia 2008 emana casi desde la misma localización que la de las unidades de emisión de baja/media frecuencia 2004, 2005, aunque no tan cerca como en la unidad de altavoces 1900 de las FIGURAS 19A-19D. Si es necesario, se puede añadir un ligero retardo a la señal o señales de audio que alimentan las unidades de emisión de alta frecuencia 2008 para sincronizar su salida acústica con las unidades de emisión de baja/media frecuencia 2004, 2005. Se sitúa una placa de cara frontal 2037 (que puede tener contornos, crestas ligeras u otros similares por razones estéticas) en la parte frontal de las matrices de altavoces en línea 2014, 2015. Se puede disponer una espuma u otra cubierta permeable al sonido 2080 en el frontal de la placa de la cara frontal 2037.

Se representan detalles adicionales de las interioridades de la unidad de altavoces en las FIGURAS 20D, 20E y 20F. La FIGURA 20E representa dos vistas laterales diferentes de un módulo de guía de ondas de la unidad de emisión 2081, que muestra una orientación relativa de la ranura de salida de sonido 2025a (o 2025b) con respecto a la unidad de emisión 2004 (2005). El módulo de guía de ondas de la unidad de emisión 2081 puede incluir, por ejemplo, un bafle de montaje y un material absorbente acústico que rodea los contornos exteriores de la unidad de emisión 2004 (o 2005) dirigiendo de ese modo la radiación acústica desde la unidad de emisión a la ranura de salida de sonido 2025a (o 2025b). La FIGURA 20D ilustra una matriz de módulos de guía de ondas de unidades de emisión 2081 situados en una manera que forman una matriz de altavoces en línea (2014 ó 2015). La FIGURA 20D ilustra adicionalmente la colocación de las unidades de emisión de alta frecuencia 2008 en el frontal de las unidades de emisión 2004 (o 2005). Como una alternativa a los bafles de montaje y material absorbente acústico separados para cada unidad de emisión, se puede usar un bafle de montaje y material absorbente acústico común para las unidades de emisión, como se ilustra en las FIGURAS 19C-19D, por ejemplo.

La FIGURA 20F muestra una vista en sección transversal superior de la unidad de altavoces, con un par de unidades de emisión escalonadas 2004, 2005 orientadas mirando al exterior de cada una de ellas. Las unidades de emisión 2004, 2005 se montan en los bafles 2088, 2089, respectivamente, lo que sirve preferentemente para aislar acústicamente la radiación sonora hacia adelante de cada una de las unidades de emisión de su radiación sonora hacia atrás. En la vista en sección transversal mostrada, se ilustra la ranura de salida de sonido 2025a para la unidad de emisión izquierdo 2004, con el material absorbente acústico (por ejemplo espuma comprimida) 2039a mostrado envolviendo la ranura de salida de sonido 2025a. Debido al escalonado de las unidades de emisión 2004, 2005, la ranura de salida de sonido 2025b para la unidad de emisión 2005 no es visible, sino que por el contrario el material absorbente acústico 2039b que define los laterales de la ranura de salida de sonido 2025b se muestra extendiéndose desde la placa de la cara frontal 2037. Además, se puede colocar material de amortiguación acústica 1984 tal como relleno BAF como un relleno detrás de las unidades de emisión 2004, 2005. Se ilustra también la unidad de emisión de alta frecuencia 2008 en una posición entre las dos unidades de emisión 2004, 2005.

En la unidad de altavoces de ejemplo ilustrada en las FIGURAS 20A-20E, se muestran un total de 17 unidades de emisión de baja/media frecuencia escalonadas 2004, 2005, además de 35 unidades de emisión de alta frecuencia 2008. Sin embargo, se puede usar cualquier número de unidades de emisión 2004, 2005 ó 2008 para adaptarse a una aplicación o necesidad particular.

El procesamiento del sonido para la unidad de altavoces de las FIGURAS 20A-20E puede ser generalmente similar al de la FIGURA 5; en otras palabras, un procesador de sonido construido de acuerdo con la FIGURA 6 pude ser adecuado para proporcionar salida de sonido para tal unidad de altavoces.

La FIGURA 7 ilustra otra realización de una unidad de altavoces 700 configurada de acuerdo con los principios de una matriz de altavoces en línea. La unidad de altavoces 700 ilustrada en la FIGURA 7 es similar a la unidad de altavoces 200 mostrada en las FIGURAS 2A-2B en muchos aspectos; por ello, los números de referencia 7xx en la FIGURA 7 corresponden en general a características análogas designadas con números de referencia 2xx usados en las FIGURAS 2A-2B. Como con la unidad de altavoces 200 en las FIGURAS 2A-2B, la unidad de altavoces 700 mostrada en la FIGURA 7 tiene un par de matrices de altavoces en línea opuestas 714, 715, cada una comprendiendo una serie de unidades de emisión 704, 705 (mostradas con líneas de puntos). Una diferencia principal sobre la unidad de altavoces 200 de las FIGURAS 2A-2B es que la unidad altavoces 700 tiene solamente la mitad superior de una unidad de altavoces completa, pero en otros aspectos la unidad de altavoces 700 tiene una configuración, funcionamiento y electrónica similares (por ejemplo, como se muestra en la FIGURA 4A, pero solamente con la mitad de los amplificadores para dar servicio al número reducido de unidades de emisión).

La unidad de altavoces 700 comprende dos matrices en línea de altavoces curvadas 714, 715, en la forma general de un semiarco, comprendiendo respectivamente cada matriz en líneas 714, 715 una serie de unidades de emisión 704, 705 (mostrada con líneas de puntos). Las unidades de emisión 704, 705, como anteriormente, son preferentemente, aunque no necesitan serlo, unidades de emisión en el intervalo de baja y/o media frecuencia. De modo similar a la unidad de altavoces 200 de las FIGURAS 2A-2B, las unidades de emisión 704, 705 de las dos matrices de altavoces en línea curvadas 714, 715 en este ejemplo se sitúan mirándose entre sí, separadas por una ranura de salida de sonido relativamente estrecha y alargada 725. La ranura de salida de sonido alargada 725 proporciona la trayectoria para la salida del sonido desde las unidades de emisión 704, 705. En este ejemplo particular, una pared divisoria 726 discurre hacia abajo de la longitud de la ranura de salida de sonido principal 725, dividiéndola en dos ranuras de salida de sonido paralelas (izquierda y derecha) 725a, 725b. La primera ranura de salida de sonido 725a proporciona una trayectoria para la salida del sonido desde la primera matriz de altavoces en línea 714 y la segunda ranura de salida de sonido 725b proporciona una trayectoria para la salida de sonido desde la segunda matriz de altavoces en línea 715. Las unidades de emisión 704, 705 se montan preferentemente sobre un bafle u otra estructura similar, de forma que aíslen acústicamente su radiación de sonido hacia adelante de su radiación de sonido hacia atrás. La unidad de altavoces 700 puede tener también unidades de emisión de alta frecuencia 708 que discurren hacia abajo por la longitud de la ranura de salida principal 725. Ventajosamente, el sonido radiado desde las unidades de emisión de alta frecuencia 708 emana aproximadamente desde la misma localización que el de las unidades de emisión de baja/media frecuencia 704, 705, de modo que la reproducción del sonido es sin saltos a todo lo largo del espectro de frecuencia. Si es necesario, se puede añadir un ligero retardo a la señal o señales de audio que alimentan las unidades de emisión de alta frecuencia 708 para sincronizar su salida acústica con las unidades de emisión de baja/media frecuencia 704, 705.

La unidad de altavoces 700 puede tener dos paredes laterales 733, 734 con una placa de cara frontal curvada 737 (que puede comprender laterales izquierdo y derecho) extendiéndose entre ellas. La curvatura de la placa de cara frontal 737 sigue preferentemente la parte superior de un arco en base a la función de sombreado de Legendre continua o una parte truncada de la misma como se ha descrito previamente con respecto a las FIGURAS 2A-2B. La unidad de altavoces 700 puede tener adicionalmente una placa de pared superior 732 una placa de pared inferior 731, que interconecta cada una de las paredes laterales 733, 734 y la placa de cara frontal 737. Aunque no se muestra en la ilustración, se coloca un material absorbente acústico (por ejemplo espuma comprimida) rodeando los contornos posteriores exteriores de las unidades de emisión 704, 705, de modo similar a la FIGURA 2B, para proporcionar una barrera posterior y de ese modo forzar a que la salida de sonido se proyecte desde la ranura de salida de sonido 725. Las unidades de emisión 704, 705 se pueden activar por una electrónica similar al circuito 400 ilustrado en la FIGURA 4A, pero solamente con la parte del mismo necesaria para la mitad superior de la unidad de altavoces 200 ilustrada en las FIGURAS 2A-2B.

Durante el funcionamiento, la unidad de altavoces 700 funciona de modo similar a la unidad altavoces 200 mostrada en las FIGURAS 2A-2B. Sin embargo, cuando la unidad altavoces 700 se coloca sobre una superficie acústicamente reflectora (un plano de tierra), la parte inferior del arco de Legendre se “restaura” de modo efectivo por el sonido que se refleja desde las unidades de emisión 704, 705 y 708 sobre la superficie reflectora, suponiendo que la distancia de audición sea suficientemente lejana, como es típicamente el caso. La unidad de altavoces 700 tiene la ventaja de ser más pequeña en tamaño que otras matrices en línea altavoces y usar menores unidades de emisión y componentes eléctricos de los que se necesitarían en otro caso.

En otras realizaciones, la unidad altavoces 700 podría ser sustancialmente plana, con un procesamiento de audio y/o retardos para simular la curvatura de Legendre de modo similar a las unidades de altavoces ilustradas en las FIGURAS 3A-3B y 5 u otras para conseguir un efecto similar. En estas realizaciones, se usaría la mitad superior de

la unidad de altavoces tal como la ilustrada en las FIGURAS 3A-3B o 5 y se colocaría la unidad altavoces sobre una superficie dura o reflectora. Alternativamente, o además, las unidades de emisión 704, 705 en la unidad de altavoces 700 pueden estar escalonadas con respecto a las otras, como en la unidad de altavoces 500 de la FIGURA 5. En tal configuración, que esencialmente corresponde a que se "corte por la mitad" una disposición de altavoces escalonada completa tal como la mostrada en la FIGURA 5, la reflexión en el plano de tierra sería incompleta debido a la ausencia de una media unidad de emisión en la posición inferior de un lado (o bien el izquierdo o bien el derecho) de la matriz en línea. Para superar esta ausencia y simular más cercanamente una disposición de altavoces escalonada de tamaño completo tal como la mostrada en la FIGURA 5, se puede crear una unidad de emisión fantasma mediante la modificación de la señal de accionamiento alimentada a la unidad de emisión más inferior en la matriz en línea, de modo que se cree un la imagen sonora fantasma de la unidad de emisión faltante. Por ejemplo, suponiendo que la matriz izquierda "perdió" la (semi) unidad de emisión de la parte inferior de la matriz en línea, se podría crear una imagen fantasma que corresponde a la unidad de emisión perdida mediante la alimentación de la señal que corresponde a una mitad del valor de la función de sombreado de Legendre a la unidad de emisión más inferior en la matriz derecha, que es la unidad de emisión más cercana al plano de tierra. Debido a la reflexión desde el plano de tierra, la señal un medio de intensidad se duplica aproximando de ese modo toscamente una unidad de emisión (es decir, una unidad de emisión fantasma) centrada sobre el plano de tierra. Aunque no es necesariamente idéntico a tener una unidad de emisión física centrada en el plano de tierra, esta técnica debería dar como resultado una buena aproximación relativa de la misma. Nótese que para tener una imagen fantasma apropiadamente integrada en la función de sombreado de Legendre, las señales a las otras unidades de emisión necesitan estar apropiadamente retardadas con respecto a la unidad de emisión fantasma, tratándola como si fuese una unidad de emisión real.

La FIGURA 8 ilustra otra realización de una línea de altavoces 800 configurada de acuerdo con los principios de una matriz de altavoces en línea. La unidad de altavoces 800 ilustrada en la FIGURA 8 es similar a varias de las unidades de altavoces descritas previamente y en ciertos aspectos se puede ver como un híbrido de la unidad de altavoces 200 mostrada en las FIGURAS 2A-2B y la unidad de altavoces 300 ilustrada en las FIGURAS 3A-3B. Por ello, los números de referencia 8xx en la FIGURA 8 corresponden en general a características análogas designadas con números de referencia 2xx usados en las FIGURAS 2A-2B y/o 3xx en las FIGURAS 3A-3B. De modo similar a la unidad altavoces 200 en las FIGURAS 2A-2B, la unidad de altavoces 800 mostrada en la FIGURA 8 tiene un par de matrices de altavoces en línea opuestas 814, 815, cada una comprendiendo una serie de unidades de emisión 804, 805 (mostradas con líneas de puntos). La parte central 896 de la unidad altavoces 800 se curva en la misma forma que la unidad de altavoces 200 en las FIGURAS 2A-2B; sin embargo, las partes superior e inferior 897, 898 de la unidad de altavoces 800 es sustancialmente plana. Las unidades de emisión 804, 805 que están en la parte central 896 de la unidad de altavoces 800 pueden funcionar una forma similar a las unidades de emisión de la unidad de altavoces 200, mientras que las unidades de emisión 804, 805 en las partes superior e inferior 897, 898 de la unidad altavoces 800 pueden funcionar en una forma similar a las unidades de emisión de la unidad de altavoces 300. Esto es, usando un procesamiento de retardo electrónico para simular las partes superior e inferior en arco de la curvatura de Legendre (como se ha descrito con respecto a la FIGURA 4B). Alternativamente, las unidades de emisión 804, 805 pueden no tener un procesamiento de retardo electrónico añadido para simular la curvatura de Legendre; aunque esto puede reducir ligeramente las ventajas proporcionadas por la forma de Legendre, la diferencia puede no ser significativa dependiendo de la extensión del truncado.

En una realización, la parte central curvada 896 de la unidad de altavoces 800 se "trunca" en donde comienzan las partes superior e inferior planas 897, 898. Como resultado, la profundidad global de la unidad altavoces 800 no es tan grande como la de la unidad de altavoces 200, por ejemplo, que tiene una cara frontal totalmente curvada. La unidad de altavoces 800 puede por lo tanto tener ciertas ventajas de presentación y puede recordar hasta un cierto grado una unidad de altavoces plana convencional desde un punto de vista físico o estético exterior. En ciertas realizaciones, la unidad de altavoces 800 puede tener también una estabilidad física incrementada sobre la unidad de altavoces 200 en la FIGURA 2 y/o puede usar menos componentes electrónicos o funcionar con un procesamiento de audio más simple.

Como con otras matrices de altavoces en línea, las unidades de emisión 804, 805 son preferentemente, aunque no es necesario que lo sean, unidades de emisión en el intervalo de baja y/o media frecuencia. De modo similar a las unidades de altavoces de las FIGURAS 2A-2B y 3A-3B, las unidades de altavoces 804, 805 de las matrices de altavoces en línea 814, 815 se pueden situar encaradas entre sí, separadas por una ranura de salida de sonido relativamente estrecha y alargada 825 que proporciona una trayectoria de salida del sonido. Una pared divisoria 826 puede recorrer hacia abajo la longitud de la ranura de salida de sonido principal 825, dividiéndola en ranuras de salida de sonido paralelas 825a, 825b, que proporcionan recorridos para la salida de sonido desde la primera y segunda matrices de altavoces en línea 814, 815, respectivamente. Las unidades de emisión 804, 805 se montan preferentemente en un bafle u otra estructura similar, en una forma que aísle acústicamente su radiación de sonido hacia adelante de su radiación de sonido hacia atrás. La unidad de altavoces 800 puede tener también unidades de emisión de alta frecuencia 808 que recorren hacia abajo la longitud de la ranura de salida principal 825. Como se ha indicado previamente, el sonido radiado desde las unidades de emisión de alta frecuencia 808 emanará desde aproximadamente la misma localización que el de las unidades de emisión de baja frecuencia 804, 805, de modo que la reproducción del sonido se realiza sin saltos a todo lo largo del espectro de frecuencia. Si es necesario, se puede añadir un ligero retardo a la señal o señales de audio que alimentan las unidades de emisión de alta

frecuencia 808 para sincronizar su salida acústica con las unidades de emisión de baja/media frecuencia 804, 805.

La unidad de altavoces 800 puede tener dos paredes laterales 833, 834 con un placa de cara frontal central curvada 837 (que puede comprender laterales izquierdo y derecho), una placa de cara frontal superior 857 y una placa de cara frontal inferior 858 que se extiende entre ellas. La curvatura de la placa de cara frontal 837 sigue preferentemente la parte central de un arco en base a la función de sombreado de Legendre continua o una parte truncada de la misma, como se ha descrito previamente con respecto a las FIGURAS 2A-2B. La unidad de altavoces 800 puede tener adicionalmente una placa de pared superior 832 y una placa de pared inferior 831, interconectada con las paredes laterales 833, 834 y las placas de las caras frontales 837, 857, 898. Aunque no se muestra en la ilustración, se coloca un material absorbente acústico (por ejemplo espuma comprimida) rodeando los contornos posteriores exteriores de las unidades de emisión 804 805, similarmente al de la FIGURA 2B o 3B, para proporcionar una barrera posterior y de ese modo forzar a que el sonido se proyecte desde la ranura de salida de sonido 825.

En el funcionamiento, la parte central 896 de la unidad de altavoces 800 funciona de modo similar a la unidad de altavoces 200 mostrada en las FIGURAS 2A-2B, mientras que las partes superior e inferior 897, 898 de la unidad de altavoces 800 puede funcionar de modo similar a la unidad de altavoces 300 ilustrada en las FIGURAS 3A-3B. En tal ejemplo, la electrónica para la unidad altavoces 800 se puede configurar, por ejemplo, de acuerdo con el circuito de reproducción de sonido 900 ilustrado en un bloque de alto nivel en la FIGURA 9. Se supone en la FIGURA 9 que las unidades de emisión 904a..i, 905a..i corresponden a su posición física general en una matriz de altavoces en línea tal como la ilustrada en la FIGURA 8 y por ello las unidades de emisión 904a, 905a estarían en la “cima” de la matriz de altavoces en línea, mientras que las unidades de emisión 904i, 905i estarían en el “fondo” de la matriz de altavoces en línea. De la misma manera las unidades de emisión 904a..i estarían en la “izquierda” de la matriz de altavoces en línea (que corresponde a las unidades de emisión 904 de la FIGURA 8), mientras que las unidades de emisión 905a..i estarían en la “derecha” de la matriz de altavoces en línea (que corresponde a las unidades de emisión 905 en la FIGURA 9). Con propósitos de explicación e ilustración, el ejemplo particular de la FIGURA 9 usa nueve pares de unidades de emisión 904a..i, 905a..i, con cinco pares de unidades de emisión 904c..g, 905c..g situadas en la parte central de la unidad de altavoces 800 y dos pares de unidades de emisión (siendo 904a, 904b y 905a, 905b el primer par y siendo 904h, 904i y 905h, 905i el segundo par) que se localizan en las partes superior e inferior, respectivamente, de la unidad de altavoces 800. Sin embargo, los principios descritos con relación a la FIGURA 9 se pueden extender asimismo a pares adicionales de unidades de emisión.

El circuito 900 ilustrado en la FIGURA 9 es un híbrido del circuito 400 mostrado en la FIGURA 4A y del circuito 450 de la FIGURA 4B. Por ello, de modo similar al sistema 400 de la FIGURA 4A, el circuito de reproducción de sonido 900 puede incluir un procesador de sonido 901 que recibe una señal entrada de audio 941 y proporciona un conjunto de señales de audio procesadas 907a..i a una matriz de amplificadores 940a..i. Cada uno de los amplificadores 940a..i en este ejemplo se conecta a un par de unidades de emisión, de modo que la primera señal de salida de amplificador 911a se conecta al primer par de unidades de emisión 904a, 905a una segunda señal de salida de amplificador 911b se conecta a un segundo par de unidades de emisión 904b, 905b y así sucesivamente hasta la i-ésima señal de salida de amplificador 911i que se conecta al último par de unidades de emisión 904i, 905i.

Debido a que las unidades de emisión 804, 805 se encaran directamente entre sí en el ejemplo particular de la FIGURA 8, estando dispuesto cada par de unidades de emisión opuestas 804, 805 a la misma distancia relativa (y el mismo ángulo relativo) desde el plano central de la unidad de altavoces 800, cada par de unidades de emisión en oposición comparten la misma señal de entrada —así, por ejemplo, la primera señal de salida de amplificador 911a alimenta tanto la unidad de emisión izquierda 904a como la unidad de emisión derecha 905a y así sucesivamente para las señales de salida de amplificador 911b..i y unidades de emisión 904b..i, 905b..i—. Las señales de salida de amplificador 911a, 911b, 911h, 911i que alimentan las unidades de emisión en las partes superior e inferior de la matriz de altavoces puede tener también asociado un retardo 971a, 971b, 971h, 971i que corresponde a la distancia añadida que las ondas sonoras necesitarían recorrer en el aire si la unidad de emisión particular 904a, 904b, 904h, 904i, 905a, 905b, 905h o 905i estuviese físicamente situada a lo largo del arco de la función de sombreado de Legendre, como en la FIGURA 2A. La cantidad de retardo requerida para cada unidad de emisión es la misma que la explicada previamente con relación a las FIGURAS 4B y 22.

El funcionamiento, como con el circuito en las FIGURAS 4A y 4B, el procesador de sonido 901 se puede configurar para accionar cada uno de los amplificadores 904a..i con un nivel de señal diferente que sigue la función de sombreado de Legendre continua, estrechándose gradualmente los niveles de accionamiento desde el máximo en el plano central de la matriz de altavoces en línea (es decir las unidades de emisión 904e, 905e) a casi cero en los bordes exteriores de la matriz (es decir, unidades de emisión 904a, 905a y 904i, 905i). Como anteriormente, la salida de los niveles de accionamiento procesados desde el procesador de sonido 901 depende en parte del número de unidades de emisión 904a..i, 905a..i en el sistema de altavoces, su tamaño relativo y separación, la cantidad de truncado de la función de sombreado de Legendre y el número de “etapas” discretas, si hay alguna, usadas para la aproximación a la función de sombreado de Legendre continua. Además, las cantidades de retardo introducidas por los retardos 971a, 971b, 971h, 971i se acumulan al procesamiento realizado por el procesador de sonido 901.

Mientras que los retardos 971a, 971b, 971h, 971i se muestran conceptualmente como bloques separados en la FIGURA 9, se debería comprender que se pueden implementar en cualquiera de una variedad de maneras —por

ejemplo, usando retardos de hardware (que pueden ser ajustables) o mediante el uso de programación de los retardos usando procesamiento de señal digital que se puede incorporar en el procesador de sonido 901—.

En otras realizaciones, las unidades de emisión 804, 805 de la unidad de altavoces 800 se pueden escalonar (de modo similar a la FIGURA 5), con la modificación apropiada de los circuitos de audio (similar a la FIGURA 6) o también puede ser una “semi” unidad tal como la descrita con relación a la FIGURA 7.

Un sistema de reproducción de sonido construido de acuerdo con cualquiera de las realizaciones ilustradas en las FIGURAS 2A-2B, 3A-3B, 5, 7, 8, 19A-D o 20A-F, que tenga una pluralidad de unidades de emisión dispuestas en una columna o matriz, puede proporcionar un número de beneficios o ventajas potenciales sobre las matrices o sistemas de altavoces convencionales. Por ejemplo, tal sistema de reproducción de sonido puede proporcionar una capacidad de dirección mejorada, control direccional, control del ancho y/o capacidad de solape del haz. Algunos de estos beneficios y ventajas se explican a continuación adicionalmente, en conexión con varias características que se refieren a la electrónica y procesamiento del audio tal como se puede usar para activar o controlar las unidades de altavoces.

En ciertas realizaciones, una unidad de altavoces se puede configurar con una etapa de salida de amplificador integrada o colocada junto con la unidad de altavoces, mientas que la primera etapa del amplificador se sitúa remotamente. La primera etapa del amplificador se puede realizar como parte de una unidad de control de audio que incluye también capacidades de comandos y de distribución de potencia. Las señales de comando y/o potencia se pueden comunicar desde una unidad de control de audio a una o más de las unidades de altavoces, tal como las matrices de altavoces en línea, que se pueden situar en localizaciones físicas diferentes. La etapa de salida de amplificador de las unidades de altavoces se pueden realizar como parte de una unidad de procesamiento de audio local que se basa en, por ejemplo, uno o más procesadores de señal digital (DSP) que reciben y responden a las señales enviadas desde la unidad de control de audio remota. Las señales de comando y potencia pueden controlar la unidad de altavoces de modo que proporcionen una imagen sonora direccional o móvil, con uno o más de los haces de audio y/o crear una o más imágenes de altavoces fantasma, como se describe adicionalmente en el presente documento. Las señales de control se pueden transmitir en cualquier formato adecuado por ejemplo, en forma analógica (como, por ejemplo, señales de modulación de ancho de pulso (PWM)) o como señales digitales binarias. El recorrido de comunicación entre la unidad de control de audio remota y la unidad de procesamiento de audio de las unidades de altavoces puede ser de naturaleza bidireccional, además de controlar la salida de la unidad de altavoces, la unidad de control de audio remoto puede ser capaz también de calibrar las unidades de altavoces individuales, en el ajuste inicial o antes de un programa de audio particular, usando por ejemplo códigos individuales asociados con cada unidad de altavoces. En un aspecto, se proporciona un altavoz controlable inteligente, de acuerdo con ciertas realizaciones como se desvela en el presente documento.

Las señales de potencia distribuidas por la unidad de control de audio remota se pueden generar a partir de una fuente de alimentación de seguimiento y pueden tener en general una naturaleza de baja tensión, en promedio, con excursiones transitorias ocasionales por encima del nivel de suministro normal cuando se necesita para accionar sonidos de pico en el programa de audio. Es deseable típicamente tener la barra de la fuente de alimentación dos o tres voltios por encima del nivel de la forma de onda de la señal de audio cuando se hace seguimiento. Para condiciones normales de nivel de salida bajo, la fuente de alimentación de seguimiento puede caer a cierta tensión de salida mínima. Los picos en la forma de onda de audio, sin embargo, pueden subir en contra del nivel de la barra de alimentación normal y producir ruido y conducir asimismo potencialmente a ineficiencias en la potencia. Sería por lo tanto ventajoso elevar los niveles de la fuente de alimentación temporalmente como sea necesario cuando la forma de onda de audio alcanza niveles de pico transitorios. Cuando la etapa de salida del amplificador está integrada o colocada con la unidad de altavoces, sin embargo, no es deseable en general tener una fuente de alimentación integrada también con la unidad de altavoces, por razones de seguridad y debido a regulaciones municipales. Una fuente de alimentación de seguimiento en la unidad de control de audio que distribuye señales de potencia de baja tensión media (pero con picos transitorios ocasionales) resuelve el problema anterior permitiendo que la fuente de alimentación permanezca situada remotamente mientas que proporciona una potencia de refuerzo cuando se necesita para la unidad de altavoces.

En ciertas realizaciones, ambas señales de potencia y señales de audio se transmiten desde la unidad de control de audio remota a la(s) unidad(es) de altavoces. Una posible fuente de alimentación de seguimiento que se puede usar en la unidad de control de audio remota es el tipo desvelado en la Solicitud Provisional de Estados Unidos Nº de Serie 60/980.344 titulada “Efficient Power Amplifier”, asignada al asignatario de la presente invención. Las señales de potencia permanecen típicamente en las barras de alimentación normal, por ejemplo, ± 12-14 voltios y por ello se consideran generalmente señales de baja tensión y por lo tanto no presentan ninguna preocupación de seguridad adicional a las señales de audio. Una fuente de alimentación de seguimiento en la unidad de control de audio puede reforzar temporalmente las barras de alimentación cuando la forma de onda de audio se aproxima a la de las barras de alimentación, pero dado que las excursiones son cortas la potencia media no queda significativamente afectada. Las fluctuaciones en las señales de potencia distribuidas no deberían producir interferencia debido a que son generalmente de naturaleza de baja frecuencia. Más aún, se pueden usar cables de calibre relativamente reducido para llevar las señales de potencia desde la unidad de control de audio a las unidades de altavoces, dado que el nivel de potencia promedio permanece bajo. Por ello, de acuerdo con ciertas realizaciones, la etapa de salida de amplificador se puede integrar o situar conjuntamente con la unidad de altavoces, en el contexto de un sistema de

sonido que tenga una inmunidad al ruido mejorada, baja interferencia y eficiencia de potencia incrementada y ningún riesgo de seguridad añadido.

La FIGURA 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de sonido 1000 que tiene una unidad de control de audio remota 1002 y múltiples unidades de altavoces 1020, 1030, 1040 configurados en general como matrices de altavoces en línea, con etapas de amplificación para las unidades de altavoces divididas en diferentes localizaciones (es decir, parte de la amplificación tiene lugar en la unidad de control de audio 1002 y parte en cada una de las respectivas unidades de altavoces 1020, 1030 y 1040). Las unidades de altavoces 1020, 1030, 1040 se pueden realizar, por ejemplo, como cualquiera de las unidades de altavoces descritas previamente en el presente documento —tal como las ilustradas en cualquiera de las FIGURAS 2A-2B, 3A-3B, 5, 7, 8, 19A-D o 20A-F o cualquier otra unidad o matriz de altavoces en línea adecuada—. En el ejemplo particular de la FIGURA 10, las unidades de altavoces 1020, 1030, 1040 se disponen como una unidad altavoz izquierda, una unidad del altavoz central y una unidad de altavoz derecha, respectivamente; sin embargo, los principios descritos en el presente documento son aplicables a varias otras configuraciones de unidades de altavoces y cualquier número de las mismas.

En la FIGURA 10, se pueden proporcionar varias señales de entrada de audio 1012, 1013, 1014 (tal como señales de audio izquierda, central y derecha, respectivamente) o una unidad de control de audio 1002. Estas entradas pueden ser, pero no necesitan ser, de naturaleza analógica. La unidad de control de audio 1002 puede proporcionar funciones que incluyen interfaz del sistema, control, distribución de audio y distribución de potencia o cualquier subconjunto de las mismas así como funciones adicionales si se desea. La unidad de control de audio 1002 puede incluir también la entrada de efectos de baja frecuencia (LFE) 1015, que puede ser de la misma forma de naturaleza analógica y una entrada de potencia estándar 1016. La unidad de control de audio 1002 puede proporcionar, como salidas, señales de audio digitales 1024, 1034, 1044 y señales de potencia variable asociadas 1025, 1035, 1045 para las unidades de altavoces izquierda, central y derecha 1020, 1030, 1040, respectivamente. Las señales de potencia variable 1025, 1035, 1045 se pueden generar mediante la disminución de una tensión de red normal a un nivel bajo, tal como $\pm$ 12-14 voltios, y buscar una fuente de alimentación de seguimiento del tipo descrito, por ejemplo en la Solicitud Provisional de Estados Unidos Nº de Serie 60/980.344. En tal realización, la fuente de alimentación preferentemente es capaz del seguimiento a un ritmo mayor que la frecuencia más alta de la señal de la fuente de audio que se está amplificando. Alternativamente, la unidad de audio 1002 puede incluir un refuerzo de intensidad en conjunto con una fuente de alimentación modulada que se eleva por encima de la fuente de alimentación de c.c. cuando se requiere una oscilación de salida de tensión más grande. Se pueden usar también otros tipos de amplificadores, dependiendo de la aplicación y necesidades de la unidad altavoces. Puede ser deseable también en ciertas realizaciones incluir circuitos de protección de sobreintensidad y/o sobretensión en conexión con las señales de la fuente de alimentación de seguimiento.

La capacidad de elevar temporalmente la tensión de la fuente de alimentación por encima del nivel de alimentación nominal, cuando sea necesario, puede proporcionar un número de ventajas. Entre otras cosas, una tensión más alta requiere menos intensidad para la misma potencia y menos intensidad a su vez significa que los cables de señal pueden ser más delgados. El uso de una fuente de alimentación de seguimiento, en oposición a un amplificador de clase D, por ejemplo, en la etapa de salida, puede evitar la necesidad de un filtro de salida LC pasivo con su inductor asociado que puede ser difícil de implementar y crear problemas de interferencia electromagnética.

Para la unidad de altavoces izquierda 1020, la unidad de control de audio 1002 en este ejemplo proporciona una señal de audio digital 1024 a ser transmitida a un procesador de audio digital 1022, y una señal de potencia variable 1025 que se transmite a un amplificador 1021. El amplificador 1021 también recibe la salida del procesador de audio digital 1022 y transmite una señal de salida de audio procesada y amplificada digitalmente a la unidad de altavoz izquierda 1020. Las unidades de altavoces central y derecha 1030, 1040 se configuran de la misma forma con procesadores de audio digitales 1032, 1042 y amplificadores 1031, 1041 que producen la salida procesada y amplificada de señales de audio a las unidades de altavoces central y derecha 1030, 1040, respectivamente.

En una realización preferida, para una unidad de altavoces dada 1020, 1030 ó 1040, el procesador de audio digital asociado 1022, 1032 ó 1042 y amplificador 1021, 1031 ó 1041 (denominados colectivamente por conveniencia como la electrónica de recepción de la unidad de altavoces) se sitúan conjuntamente con la unidad de altavoces particular 1020, 1030 ó 1040 —esto es, la electrónica de recepción de la unidad de altavoces se puede alojar dentro del mismo recinto que las unidades de emisión o, en caso contrario, fijarse, embebidas dentro o situadas en la proximidad o adyacentes a las unidades de altavoces 1020, 1030 y 1040—. Las señales de audio digital 1024, 1034, 1044 y las señales de potencia variable 1024, 1035, 1045 se transmiten preferentemente a través de cables de altavoces de baja potencia tales como, por ejemplo, un cable de categoría ISO 5 (“CAT5”) o una versión modificada del mismo. Por ejemplo, un cable CAT5 puede combinarse con un cable de altavoz de 4-conductores para formar un cable CAT5 modificado que lleva tanto la señal de audio digital como la señal de comunicaciones (1024, 1034 ó 1044) y las señales de potencia variable (1025, 1035 ó 1045) para los amplificadores 1021, 1031 ó 1041. Se pueden usar también otros tipos de cables, incluyendo cables clasificados para baja tensión/intensidad, dependiendo de la naturaleza de la arquitectura del sistema de altavoces.

Las FIGURAS 11A y 11B son diagramas de bloques de circuito detallados de otra realización de un sistema de audio, que tiene una unidad de control de audio remota y una electrónica de recepción de la unidad de altavoces

separada situada conjuntamente con una o más unidades de altavoces, de acuerdo con otro ejemplo. La FIGURA 11A es un diagrama de bloques del circuito de una parte de la unidad de control de audio del sistema de sonido, mientras que la FIGURA 11B es un diagrama de bloques del circuito de una parte del altavoz/receptor del sistema de sonido. Como se muestra primero en la FIGURA 11A, una unidad de control de audio 1102 recibe señales de entrada de audio 1107 que pueden incluir señales de audio izquierda, central y derecha y pueden ser (pero no es preciso que lo sean) de naturaleza analógica. La unidad de control de audio 1102 puede recibir también una señal de entrada de audio de efectos de baja frecuencia (LFE) 1115. Las señales de entrada de audio 1107 y 1115 se pueden proporcionar a ecualizadores digitales 1112, 1113 para su procesamiento y efectos, algunos de los cuales se describen posteriormente en el presente documento. El ecualizador digital 1112 puede producir la salida de señales digitales procesadas 1108 que pueden incluir señales de audio izquierda, central y derecha y pueden estar en un formato tal como 12S (que es un estándar de transmisión de audio en estéreo bien conocido). Las señales digitales procesadas 1108 se pueden proporcionar a un centro de transmisión digital 1120, que transmite las señales de salida de audio 1134 a, por ejemplo, las unidades de altavoces izquierda, central y derecha, similares a las unidades de altavoces (1020, 1030 y 1040) ilustradas en la FIGURA 10. Las señales de salida de audio 1134 pueden incluir los datos de audio izquierdo, central y derecho y se pueden convertir a un formato tal como CAT5 u otro formato de señal que se pueda usar en el sistema.

El otro ecualizador digital 1113 puede producir la salida de una señal de salida analógica de subwoofer (SW) 1132 y puede proporcionar también interfaces a un LCD y conmutadores 1137 o a una interfaz de ordenador (PC) central 1187. Los ecualizadores digitales 1112, 1113 pueden comunicar internamente con el centro de transmisión digital 1120, LCD y conmutadores 1137 e interfaz del ordenador central 1137 por medio, por ejemplo, de un protocolo de comunicación bidireccional tal como el protocolo de la norma RS485 como se ha indicado por las señales de comunicación y control 1106, 1109. Se puede proporcionar una señal de potencia entrante 1116 a un módulo de entrada de potencia 1140 que puede incluir, por ejemplo, circuitos de interruptor de potencia, fusibles, descargadores de sobretensión y/o protección de sobrecarga con autorreposición (PCT). El módulo de entrada de potencia 1140 puede estar conectado a un primer transformador 1148 que proporciona potencia de salida en corriente continua sin regular de 12-14 voltios u otros componentes en la unidad de control de audio 1102 en conjunto con rectificadores y/o condensadores de filtrado 1149 si es necesario. El módulo de entrada de potencia 1140 pueden estar conectado también a un segundo transformador 1141 que proporciona una señal de salida de potencia de altavoces 1145 que se puede transmitir, por ejemplo, a varias unidades de altavoces 1020, 1030, 1040. En este ejemplo, la señal de salida de potencia de altavoz 1125 puede tener una oscilación de aproximadamente ±33 voltios en c.c., y puede comprender físicamente múltiples conductores/hilos (por ejemplo, cuatro).

Volviendo ahora a la FIGURA 11B, se puede asociar una unidad de electrónica de recepción 1150 con cada unidad de altavoces 1190 en una configuración general del sistema similar a la ilustrada en la FIGURA 10 con las unidades de altavoces izquierda, central y derecha 1020, 1030, 1040. En otras palabras, mientras que se muestran en la FIGURA 11B los componentes para un única unidad de altavoces 1190, se pueden construir unidades de altavoces adicionales de modo similar en el contexto de un sistema de audio más grande. La unidad electrónica de recepción 1150 en el ejemplo de la FIGURA 11B puede incluir un centro de recepción digital 1150 para la recepción y distribución de señales de salida de audio 1034 desde la unidad de control de audio 1102 (FIGURA 11A). El centro de recepción digital 1151 puede producir la salida de señales digitales de audio/control 1155 a una matriz de ecualizadores digitales 1160, cada uno de los cuales puede tener una pluralidad de canales (por ejemplo, seis canales). Las señales digitales de audio/control 1155 pueden incluir una o más señales de modulación por codificación de pulsos (PCM) ópticas unidireccionales y una o más señales de comunicación/control bidireccional llevada sobre, por ejemplo un conector RJ12 o cualquier otro conector adecuado.

Los ecualizadores digitales 1160 interpretan cualquier información de control transmitida por las señales digitales de audio/control 1155 y aplican el preprocesamiento apropiado —por ejemplo, para crear alguna de entre capacidad de dirección, sombreado, retardo u otros efectos descritos en el presente documento—. Los ecualizadores digitales 1160 pueden convertir también los datos de audio digitales codificados en una forma analógica y proporcionar señales de audio analógicas procesadas 1168 a uno o más amplificadores de baja frecuencia 1165 y a uno o más amplificadores de alta frecuencia 1166. Los amplificadores de baja frecuencia 1165 accionan las unidades de emisión de baja/media frecuencia individuales de la unidad de altavoces 1190, mientras que los amplificadores de alta frecuencia 1166 pueden accionar las unidades de emisión de alta frecuencia de la unidad de altavoces 1190. Los decodificadores digitales 1160 pueden proporcionar señales de retardo para simular una forma de matriz en línea curvada y/o para un sombreado de Legendre, como se ha descrito previamente en el presente documento. Alternativamente, como se ha descrito igualmente previamente, se pueden usar medios pasivos para esta finalidad, reduciendo de ese modo el número de amplificadores requerido. Por ejemplo, la sensibilidad de cada unidad de emisión se puede diseñar individualmente para adaptarse a lo que se requiere para una posición particular en la matriz (ayudado en parte por conexiones bien en serie o bien en paralelo de las unidades de emisión en una configuración de pares en oposición). Alternativamente, o además, se puede colocar una red de atenuación pasiva en serie con el amplificador y una unidad de emisión dada. Similarmente, se puede usar también una red de retardo pasivo en serie con un amplificador y una unidad de emisión particular, adaptada al retardo requerido para una localización particular en la matriz de altavoces en línea para la simulación de una matriz en línea curvada.

La unidad de electrónica de recepción 1150 puede incluir además electrónica de potencia para la recepción y

distribución de la señal de salida de potencia 1145 desde la unidad de control de audio 1102. En una realización preferida particular, la unidad de electrónica de recepción 1150 puede accionar hasta 32 canales; sin embargo, se pueden crear matrices más pequeñas o más grandes según sea necesario para diversas aplicaciones. La electrónica de potencia puede incluir un módulo de amplificación 1170 (que puede comprender un amplificador de potencia y circuitos de protección) y puede incluir además un regulador de tensión 1171. El regulador de tensión 1171 puede proporcionar tensión de salida regulada o sin regular (por ejemplo, 12 voltios) potencia en c.c. a los ecualizadores digitales 1160. El módulo de amplificación 1170 puede distribuir la potencia entrante a varios amplificadores 1165, 1166. El módulo de amplificación 1170 puede comprender, por ejemplo, una fuente de alimentación variable modulada que sigue la señal de entrada de audio y refuerza temporalmente las barras de alimentación positiva y/o negativa para oscilaciones de picos de audio, tal como se puede proporcionar por unas fuentes de alimentación de seguimiento descritas en la Solicitud Provisional de Estados Unidos Nº de Serie 60/980.344.

En realizaciones alternativas, el módulo de amplificación 1170 se puede mover aguas arriba de los componentes del transmisor/fuente de alimentación de la unidad de control de audio 1102 de la FIGURA 11A y combinado con ellos. En tal caso, la unidad de control de audio 1102 se puede configurar para producir la salida de una o más señales de fuente de alimentación variable de relativamente baja tensión (usando una fuente de alimentación de seguimiento como se ha descrito anteriormente) para la distribución a varias electrónicas de recepción de las unidades de altavoces (FIGURA 11B) similar a las técnicas descritas anteriormente con respecto a la FIGURA 10. En tal caso, puede ser posible combinar las señales de la fuente de alimentación variable con las señales que se están transmitiendo sobre el CAT5 u otros cables a las unidades de altavoces.

La electrónica para la unidad de control de audio 1002 (FIGURA 10) o 1102 (FIGURA 11A) se puede proporcionar, por ejemplo, en una carcasa de componentes de audio separada similar a un reproductor de DVD o CD convencional, un receptor o similar. La FIGURA 12 es un diagrama de alto nivel que ilustra una unidad de control de audio 1210 junto con otros componentes posibles de un sistema de sonido 1200, mostrado solamente con finalidades de ilustración y no de limitación. En este ejemplo, se proporciona un reproductor de DVD 1225 y preamplificador 1220 en el sistema de sonido 1200. La unidad de control de audio 1200 se muestra conectada a las unidades de altavoces izquierda, derecha y central 1220, 1230, 1240 por medio de una combinación de cables CAT5 1234 y cables de altavoces de 4 conductores 1225, 1235, 1245 que da servicio a las unidades de altavoces izquierda, central y derecha 1220, 1230, 1240, respectivamente. Aunque se muestran conceptualmente como cables separados, los cables CAT5 1234 y el cable de altavoz de 4 conductores 1225, 1235, 1245 se pueden combinar individualmente para cada una de las tres unidades de altavoces 1220, 1230 y 1240 o se podrán usar otros cables o hilos alternativos si se desea.

En algunos casos puede ser deseable proporcionar una unidad de altavoces compuesta que se puede construir con componentes modulares individuales. Por ejemplo, se pueden conectar físicamente juntas una o más matrices de unidades de emisión modulares básicas, siendo cada una sustancialmente idéntica en configuración para formar una matriz de altavoces en línea más grande. En esta forma, se pueden crear diferentes tamaños de matrices de altavoces en línea a partir de los mismos componentes base. Si se desea, cada una de las submatrices modulares se puede construir con su propia etapa de salida de amplificador y electrónica de procesamiento de audio, de modo que cada submatriz sea independiente aunque puede haber una unidad de control de audio que envíe a cada submatriz la información de audio o instrucciones apropiadas para una reproducción del sonido adecuada de acuerdo con los principios ya descritos en el presente documento. Como un ejemplo, una submatriz modular puede ser aproximadamente de 765 mm de longitud con unidades de emisión de baja frecuencia de 70 mm colocadas separadas 90 mm (centro a centro). En este ejemplo, se colocan un total de ocho unidades de emisión de baja frecuencia y cada una de las matrices izquierda y derecha, para un total de 720 mm para cada matriz, pero en donde las matrices izquierda y derecha están escalonadas la longitud total de la submatriz modular es alrededor de 765 mm. Debido al escalonado de las matrices izquierda y derecha, las unidades modulares se pueden construir con una cubierta que se puede retirar en cada extremo (por ejemplo, una cubierta superior en el lado de la matriz izquierda y una cubierta inferior en el lado de la matriz derecha); cuando se colocan juntas dos submatrices, la cubierta superior se retiraría de la submatriz inferior y la cubierta inferior de la submatriz superior. En esta forma, no tiene lugar ninguna interrupción en el patrón de matriz en línea escalonado. Se pueden combinar cualquier número de submatrices en esta forma para formar una unidad de altavoces más grande.

En una realización alternativa, se pueden combinar dos matrices de altavoces en línea con una matriz en línea orientada verticalmente y la otra orientada horizontalmente en, por ejemplo, un patrón en “X” en el que las dos matrices se solapan en la mitad. Las matrices en línea individuales se pueden controlar de acuerdo con las técnicas descritas en el presente documento, para proporcionar una matriz bidimensional con direccionalidad controlable en base a dos matrices en línea monodimensionales.

Se describirán ahora adicionalmente varios efectos que se puede crear con las unidades o matrices de altavoces en línea construidas de acuerdo con ciertas realizaciones desveladas en el presente documento. En una configuración versátil particular de una unidad o matriz de altavoces en línea, todas las unidades de emisión en la matriz en línea se pueden direccionar de modo separado por un DSP de canal múltiple, e integradas preferentemente con amplificadores de potencia, que pueden por lo tanto proporcionar efectos tales como control del ancho del haz de audio y/o capacidad de dirección, como se explica adicionalmente a continuación, y/o la creación de múltiples haces

de audio solapados para “altavoces equivalentes” distribuidos (o altavoces virtuales) a partir de una unidad de altavoces o matriz en línea única. Los ejemplos de los efectos precedentes se pueden explicar con referencia a las FIGURAS 14A a 18. En el contexto de esas figuras, la expresión “matriz de altavoces en línea” usada para referirse a las configuraciones de unidades de altavoces tales como las representadas en general en cualquiera de las FIGURAS 2A-2B, 3A-3B, 5 y 8 así como otras variaciones, incluyen potencialmente una matriz de altavoces en línea única que usa procesamiento DSP de acuerdo con las técnicas explicadas en el presente documento para dirigir o controlar en otro modo la salida de audio en la forma descrita.

Las FIGURAS 14A y 14B, por ejemplo, son diagramas de concepto que ilustran la adaptación del ancho del haz de audio usando una unidad de altavoces en la forma de una matriz de altavoces en línea. En el ejemplo de las FIGURAS 14A y 14B, se proporciona una matriz de altavoces en línea 1410 en un área de audición 1400 (tal como una sala de audición, cine en casa, sala de cine, estudio de grabación, etc.) con la capacidad de audiencia esperada 1415 como se indica. La matriz de altavoces en línea 1410 se ilustra en este ejemplo como una unidad de altavoces plana que se sitúa horizontalmente. Si se tiene una salida ranurada como la descrita previamente en conexión con varias realizaciones, la matriz de altavoces en línea 1410 se puede embeber ventajosamente dentro de la pared o montarse en la misma; alternativamente la matriz de altavoces en línea 1410 se puede colocar en un pedestal o montarse convencionalmente en otra forma. A través del procesamiento digital que usa, por ejemplo, DSP, se puede ajustar el ancho del haz de audio proyectado por la matriz de altavoces en línea 1410 y puede, por ejemplo, controlarse para ser un haz ancho 1420 (como en la FIGURA 14A) o un haz estrecho 1421 (como en la FIGURA 14B). El control del ancho del haz se basa en la selección de los parámetros de Legenedre apropiados, como es conocido en la técnica. La selección del ancho del haz se puede promover mediante la selección manual de una opción de control disponible mediante una unidad de audio (tal como una unidad de amplificador/receptor o de sonido envolvente). Alternativamente, el ancho del haz se puede modificar dinámicamente o en tiempo real, en respuesta a la información de control en el material de la fuente de audio o basándose en la evaluación del material de la fuente de audio.

El ancho del haz de audio se puede adaptar para ajustarse a diferentes condiciones acústicas. Por ejemplo, los haces estrechos pueden ser útiles con altavoces en vivo o donde hay un diálogo sustancial de modo que se mejore la inteligibilidad de la voz. Por otro lado, los haces anchos proporcionan una cobertura más completa y mejoran la percepción de espacio. El control de las características del haz de audio, que incluye el ancho del haz, puede ser en tiempo real o también estar programado con los datos de la fuente de audio.

Junto a tener un control del ancho del haz de audio, la matriz de altavoces en línea puede proporcionar también la capacidad de dirigir el haz de audio. Las FIGURAS 15A a 15D son diagramas que ilustran ejemplos de la dirección de un haz de audio usando una matriz de altavoces en línea 1510. La FIGURA 15A muestra la situación en la que un haz de audio 1520 se dirige hacia abajo al centro del área de audición 1500 hacia la capacidad de audiencia 1515 esperada. La FIGURA 15B muestra la situación en la que el haz de audio 1521 se dirige a un lado de la capacidad de audiencia esperada 1115. Las FIGURAS 15C y 15D ilustran situaciones en las que los haces de audio 1522, 1523 se dirigen a los laterales extremos izquierdo y derecho, respectivamente, de la capacidad de audiencia esperada 1515. Para dirigir un haz de audio, el procesador de audio (tal como 1022, 1032, 1042 en la FIGURA 10 o la electrónica de la FIGURA 11B) ajusta los tiempos de las señales a varias unidades de emisión. Más específicamente, los procesadores de audio ajustan el retardo entre cada unidad de emisión, moviendo de modo efectivo algunas unidades de emisión más atrás y algunas unidades de emisión más cercanas al área objetivo — conceptualmente similar a la simulación de la superficie curvada por medio del uso de retardos graduales como se ha descrito previamente con respecto a la FIGURA 22. La cantidad de ajuste del retardo para cada unidad de emisión se puede calcular fácilmente en base al ángulo de dirección deseado, dada la longitud global de la matriz en línea (o submatriz) que se está dirigiendo y la posición relativa de cada unidad de emisión en la matriz en línea. Generalmente, la unidad de emisión central en la matriz o submatriz que se está dirigiendo tendrá un ajuste de retardo cero (ya que actúa como el punto de “pivote”), mientras que la cantidad de ajuste del retardo debería ser simétrica alrededor de la unidad de emisión central, con cantidades de retardo positivas en un lado de la unidad de emisión central y cantidades de retardo negativas en el otro lado.

La dirección del haz de audio se puede usar para dirigir el sonido de cualquier canal de la matriz de altavoces en línea o bien hacia o bien afuera de cualquier posición de audición. Los haces de audio estrechos útiles para la inteligibilidad en salones se pueden dirigir hacia un oyente situado fuera del eje principal o central de la matriz de altavoces en línea 1510. Los haces de audio se pueden dirigir repentinamente fuera de los oyentes para, por ejemplo, disminuir la relación de sonido directo/reflejado y/o para mejorar la sensación de ambiente.

Dado que la matriz de altavoces en línea tiene un gran número de canales, se puede generar más de un haz de audio y controlar o dirigir desde una matriz de altavoces en línea única, como se ilustra en las FIGURAS 16A- 16D, y los haces de audio pueden estar no solapados, parcialmente solapados o totalmente solapados y pueden tener el mismo o diferente programa de contenido. Por ejemplo, la FIGURA 16A ilustra una situación en la que dos haces de audio (representados colectivamente por 1620), tales como dos pistas vocales de audio, que salen desde una matriz de altavoces en línea 1610, se solapan totalmente; mientas que la FIGURA 16B ilustra la situación en la que los dos haces de audio 1621, 1622 se dirigen a lados diferentes de la capacidad de audiencia esperada 1615 en el área de audición 1600. Las FIGURAS 16C y 16D representan situaciones análogas a las de las FIGURAS 16A y 16B, respectivamente, excepto con respecto a la pista vocal 1626 y la pista de música 1627 en lugar de dos pistas

vocales. Aunque los ejemplos se ilustran con dos haces de audio, el mismo concepto se puede extender a un número arbitrario de haces de audio.

La capacidad para generar y dirigir de modo separado múltiples haces de audio puede proporcionar un número de ventajas y beneficios. Por ejemplo, el diálogo y la música o los efectos especiales se dirigen a menudo al canal central, haciendo el diálogo difícil de oír a menos que se eleve el volumen lo que aumenta el estruendo total; sin embargo, mediante la dirección de los dos componentes en direcciones diferentes el oído/cerebro puede separarlos fácilmente y escuchar cualquiera de ellos, sin necesidad de elevar el estruendo global.

La capacidad para dirigir por separado todos los emisores en una línea proporciona otra oportunidad para una experiencia de audición mejorada especialmente con relación a imágenes estables. La forma más común de proporcionar una imagen más estable y creíble, particularmente frente al oyente, es tener más altavoces. La capacidad de la matriz de altavoces en línea inventiva para reproducir muchos haces solapados diferentes se puede usar para simular el efecto de tener múltiples altavoces separados espacialmente —lo que puede ser expresado como “imágenes fantasmas reales”— creadas a partir de submatrices o unidades de emisión dentro de una única matriz de altavoces en línea horizontal. Estos altavoces equivalentes o simulados no sólo pueden ocupar posiciones físicas separadas a través del escenario de sonido, sino que también pueden poseer diferentes características direccionales y ser alimentados desde canales de sonido separados. La FIGURA 17 es un diagrama de concepto que ilustra la generación de imágenes fantasma reales a partir de altavoces equivalentes o simulados que usan una matriz de altavoces en línea 1710. Como se muestra en el ejemplo de la FIGURA 17, se combinan cinco grupos diferentes 1731 - 1735 (algunos solapándose) de unidades de emisión contiguas dentro de la matriz de altavoces en línea 1710 para crear cinco imágenes fantasmas reales 1714. El procesamiento DSP asociado con la matriz de altavoces en línea 1710 se configura para tratar cada grupo 1731 - 1735 de unidades de emisión como una unidad coherente y por lo tanto proporciona el efecto de tener cinco unidades de altavoces separadas espacialmente y un escenario de sonido más ancho, más estable.

De acuerdo con ciertos aspectos de la realización descrita anteriormente, es posible en general crear un número incrementado de imágenes fantasma reales separadas espacialmente en cualquier posición dentro del ancho de la matriz de altavoces en línea. Este efecto se consigue mediante la creación de submatrices a partir de unidades de emisión dentro de una matriz horizontal única, larga 1710. El número de imágenes fantasma se limita en la práctica a aproximadamente el 90% de las unidades de emisión de la matriz de altavoces en línea horizontal 1710. También, en la práctica, debido a la resolución angular limitada del oído es improbable que sea necesario cualquier incremento en el número de imágenes fantasmas reales para pares adyacentes que subtiendan un ángulo de, por ejemplo, menos de 2-3 grados en el oyente.

De modo similar, el uso de una matriz de altavoces en línea 1710 puede aumentar el número de canales aparentes en el sistema. Actualmente el número máximo de canales frontales y envolventes en un formato estándar se limita a siete, pero por medio del proceso de mezcla es posible conceptualmente realizar un proceso de remuestreado espacial que aumente el número de canales desde siete hasta un máximo que se aproxime al número total de unidades de emisión en la matriz de altavoces en línea 1710. En la práctica esto es improbable que sea necesario pero un aumento desde siete a, por ejemplo, veinte o treinta sería fácilmente concebible y el beneficio inmediatamente evidente en términos de posición y estabilidad de la imagen. Estos canales adicionales de información necesarios para accionar las submatrices se podrían proporcionar en un cierto número de formas. Por ejemplo, se podrían obtener canales de información adicionales mediante el remuestreado espacial del programa 5.1-7.1 existente de la fuente de datos. Este proceso se podría realizar proporcionando claves direccionales y ambientales para cada canal. Durante el proceso de mezcla original, tal información puede estar contenida en metadatos que acompañan al programa de audio. Después del proceso de mezcla original, las claves ambientales y direccionales se pueden separar del programa 5.1-7.1 existente mezclado. Una técnica de remuestreo espacial se ha desarrollado ya para la remezcla de estéreo a 5.1 y se podría adaptar para la remezcla desde 5.1. Para cada uno de los canales sobremuestreados la posición espacial estimada y el contenido ambiente se podrían usar para crear un solape separado asignado a una submatriz en la matriz de altavoces en línea horizontal 1710. Junto al sobremuestreo parcial del programa de datos 5.1-7.1 existente, se podrían obtener los canales adicionales de información en ciertas circunstancias a partir de un canal múltiple maestro original almacenado con suficientes canales para proporcionar un canal de audio separado para cada unidad de emisión o submatriz.

Un sistema de reproducción completo en un entorno de cine en casa, por ejemplo, podría consistir en cuatro largas matrices de altavoces en línea montadas horizontalmente en (o dentro de) cada pared frontal, posterior y a ambos lados. La FIGURA 18 es un diagrama que ilustra un ejemplo de tal configuración, con las matrices de altavoces en línea 1820, 1830, 1840 y 1850 que rodean la capacidad de audiencia esperada 1815 por todos los lados. Tal disposición debería ser capaz de producir cerca de la imagen horizontal en 3D que sea tanto estable como precisa a través de una amplia área de audición. El sistema de sonido, y cada matriz de altavoces en línea 1820, 1830, 1840, 1850 en ella, se puede programar o sintonizar en el momento del ajuste para aprovecharse de la naturaleza particular de la sala 1800.

Una matriz de altavoces en línea de acuerdo con varias realizaciones mencionadas anteriormente puede proporcionar ventajas tales como una inteligibilidad mejorada en condiciones en directo mediante la variación del ancho del haz; una inteligibilidad mejorada en condiciones en directo mediante el solape por separado de haces

dirigidos; la creación de un gran punto confortable mediante la dirección o ampliación del haz y la reducción de la coloración del timbre mediante la reducción de la reflexión no deseada. En un aspecto, la capacidad de dirección controlable se usa por la matriz de altavoces en línea para minimizar los efectos de la interacción altavoz/sala.

Las unidades o matrices de altavoces en línea construidas de acuerdo con ciertas realizaciones y variaciones descritas en el presente documento pueden encontrar un amplio intervalo de aplicaciones comerciales, de consumo y prácticas. Como un ejemplo, las unidades o matrices de altavoces en línea como se han descrito en el presente documento se pueden usar ventajosamente para proporcionar sistemas de sonido cinemáticos como los usados en, por ejemplo, teatros de cine y similares. Las matrices de altavoces en línea frontales pueden proporcionar una amplia cobertura para sustancialmente toda la capacidad en el teatro, además de proporcionar una inteligibilidad del diálogo mejorada y una calidad de sonido incluso a relativamente bajos niveles de reproducción. Las matrices de altavoces en línea dispuestas en una configuración envolvente pueden proporcionar efectos ambientales más realistas así como claves direccionales posteriores simultáneamente desde la misma matriz física. También, los haces separados se pueden usar para diálogos y efectos; esto permite, por ejemplo, que el volumen de los efectos de audio se suprima ligeramente (si se desea) en el canal central, mientras se produce la salida del audio del diálogo, mientras se mantienen los efectos a un volumen normal en los canales derecho e izquierdo donde es menos probable que interfiera con el diálogo. Para matrices de altavoces en línea grandes situadas en ambos lados de un teatro, se pueden realizar también efectos de adelante y atrás, si se desea por el diseñador o mezclador del sonido.

Otra aplicación para matrices de altavoces en línea es en un sistema de sonido de cine en casa. Por ejemplo, las matrices de altavoces en línea —particularmente las que usan ranuras de salida de sonido—pueden permitir un perfil de altavoces delantero delgado, permitiendo que se instalen altavoces menos llamativos sobre o en la pared y pueden actuar como una sustitución directa para los sistemas envolventes 5.1 existentes. Se puede usar muchas más posiciones de asientos en el área del cine en casa sin comprometer el timbre o la imagen del sonido. Los haces conformados y dirigidos pueden minimizar los efectos no deseados de la sala. El sistema se puede ajustar o sintonizar de modo programado para ajustarse a los requisitos del cliente con relación a la colocación de altavoces y posición de audición. La mayor parte de los formatos de audio se podrían reproducir correctamente a través, por ejemplo de una matriz horizontal de cuatro líneas sin necesidad de cambiar la disposición de los altavoces para diferentes formatos de audio. Por ejemplo, la mayor parte o todos los formatos envolventes 5.0, 5.1, 6.0, 6.1, 7.0 y 7.1 se podrían reproducir correctamente en la misma matriz horizontal de cuatro líneas, sin necesidad de añadir más altavoces o alterar la colocación de los altavoces.

Otra aplicación para matrices de altavoces en línea es para sistemas de sonido de juegos. Por ejemplo, una disposición de matriz de cuatro líneas horizontal puede acoplarse idealmente para la creación realista de todos los efectos de sonido envolventes que siguen a la acción en pantalla (tanto en una pantalla de televisión, pantalla plana como una pantalla de ordenador).

Otra aplicación más para matrices de líneas de altavoces es en los estudios de grabación. Por ejemplo, las matrices de altavoces en línea dirigibles se pueden usar para proporcionar haces separados pero equivalentes tanto para el ingeniero de audio responsable de la mezcla como para el cliente que está sentado normalmente en una situación diferente en el estudio de grabación. Como con el sistema de cine en casa, una disposición de altavoces única (con cuatro matrices en línea horizontales) se puede usar para emular muchas otras configuraciones de altavoces mediante un control por software. Los formatos envolventes diferentes con números variables de canales de reproducción o altavoces se pueden simular también con la disposición de matrices de altavoces en línea.

Otra aplicación más para matrices de altavoces en línea es para el refuerzo de sonido. La capacidad de controlar la dirección y el ancho del haz usando la matriz de altavoces en línea y procesamiento asociado puede ser especialmente útil para el refuerzo de sonido en donde la inteligibilidad y cobertura sean necesarias bajo una variedad de condiciones acústicas. Tal técnica se puede usar tanto en el interior como en el exterior.

En un aspecto, de acuerdo con ciertas realizaciones como se ha desvelado en el presente documento, se proporciona una unidad de altavoces que tiene un perfil con amplificadores de potencia individuales y DSP integrados para cada unidad de emisión. En otro aspecto separado, se proporciona una unidad de altavoces que tiene haces de audio que se pueden dirigir y/o expandir (o contraer) a través de un control por software, en tiempo real o estar preprogramados en los datos de la fuente de audio y proporciona la capacidad para solapar parcialmente o totalmente múltiples haces de diferentes anchos y que tengan diferente contenido de audio.

Varias realizaciones de unidades de altavoces ranurados como se ha descrito en el presente documento pueden proporcionar un número de ventajas, que dependen potencialmente de la configuración específica, entorno y otros factores. Por ejemplo, una unidad de altavoces ranurada puede tener el efecto de la transformación de un radiador de sonido elíptico (es decir un altavoz cónico convencional) y transformarlo de modo efectivo en, por ejemplo, un radiador rectangular o casi lineal de sonido, con una excelente cobertura en los ángulos radiados. Además de la calidad de sonido, una unidad de altavoces ranurada puede proporcionar la oportunidad para mejorar el empaquetado y la apariencia de la unidad de altavoces. El uso de una ranura de salida para radiar el sonido proporciona la oportunidad para la colocación de unidades de emisión más próximas entre sí, reduciendo los efectos de fuera de fase, cancelación cruzada y lóbulos que pueden suceder en otro caso con el uso de múltiples altavoces.

El cualquiera de las realizaciones precedentes, la fuente de audio, a partir de la que se derivan varias señales de entrada de audio, antes de la distribución a las unidades de altavoces u otros componentes del sistema como se ha descrito en el presente documento, pueden comprender cualquier realización de audio de cualquier naturaleza, tal como, por ejemplo una pieza musical, una pista sonora o un trabajo audiovisual (tal como un DVD u otro medio registrado digitalmente) o cualquier otra fuente de contenido que tenga un componente de audio. La fuente de audio se puede leer a partir del medio registrado, tal como, por ejemplo una casete, disco compacto, CD-ROM o DVD o también ser recibido de modo inalámbrico en cualquier formato disponible, a partir de una emisión o transmisión punto a punto. La fuente de audio puede estar en un formato codificado tal como un sonido envolvente u otro formato multicanal, incluyendo Dolby-AC3, DTS, DVD-Audio, etc. La fuente de audio puede comprender también archivos digitales almacenados, temporal o permanentemente, en cualquier formato usado para la reproducción de audio, tal como, por ejemplo, un formato MP3 o un formato multimedia digital.

A menos que se especifique lo contrario, las varias realizaciones descritas en el presente documento se pueden implementar usando tanto técnicas digitales como analógicas o cualquier combinación de las mismas. El término “circuito” como se usa en presente documento, se usa ampliamente para englobar componentes analógicos, componentes digitales discretos, basados en microprocesador o procesamiento digital de señal (DSP) o cualquier combinación de los mismos. La invención no está limitada por la forma particular en la que las operaciones de las varias realizaciones de procesamiento de sonido son realizadas.

En tanto que se han proporcionado ejemplos en el presente documento de ciertas características de procesamiento de sonido preferidas o de ejemplo, se comprenderá que las características particulares de cualquiera de los componentes del sistema pueden variar dependiendo de la implementación particular, tipo de altavoz, separación relativa de altavoces, condiciones ambientales y otros factores similares. Por lo tanto, cualquier característica específica proporcionada en el presente documento se pretende que sea ilustrativa y no limitadora. Más aún, ciertos componentes pueden ser programables de modo que permitan la adaptación para ajustarse al gusto sonoro individual.

En tanto que ciertos componentes del sistema se describen como que están conectados entre sí, se debería comprender que tal lenguaje engloba cualquier tipo de comunicación o transferencia de datos, tanto si están los componentes conectados físicamente realmente entre sí como si no, o incluso si están presentes elementos intermedios. Se comprenderá que se pueden añadir varios circuitos o componentes del sistema adicionales sin separarse de las enseñanzas proporcionadas en el presente documento.

En algunas de las realizaciones descritas en el presente documento, los altavoces usados en el sistema de sonido pueden ser de naturaleza pasiva o activa (es decir con capacidad de amplificación integrada o incorporada). En la mayor parte o todas las realizaciones, los varios canales de audio se pueden amplificar individualmente, elevar su nivel, reforzar o condicionar en otra forma apropiadamente para cada unidad de emisión individual o unidad de altavoces.

En tanto que se han descrito el presente documento las realizaciones preferidas de la invención, son posibles muchas variaciones que permanecen dentro del concepto y ámbito de la invención. Tales variaciones serían claras para un experto en la técnica tras la inspección de la especificación y los dibujos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de reproducción de sonido, que comprende: una primera matriz de altavoces en línea y una segunda matriz de altavoces en línea comprendiendo cada matriz de altavoces en línea una pluralidad de unidades de emisión dispuestas de modo que las unidades de emisión de la primera matriz de altavoces en línea miran en dirección opuesta a las unidades de emisión de la segunda matriz de altavoces en línea; una superficie de reflexión del sonido dispuesta en el frontal de cada unidad de emisión, mediante lo cual la salida acústica radiada desde la unidad de emisión es comprimida y girada y una o más ranuras de salida de sonido para la emanación de sonido desde las unidades de emisión; en el que las unidades de emisión en cada una de las matrices de altavoces en línea proporciona una salida de audio de acuerdo con la función de sombreado de Legendre.

2. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 1, en el que la superficie de reflexión del sonido se dispone sustancialmente paralela con un eje longitudinal de tanto la primera como la segunda matriz de altavoces en línea y en el que la salida de sonido desde las unidades de emisión se gira mediante la superficie de reflexión del sonido, de modo que se redirige aproximadamente de modo perpendicular a su dirección inicial.

3. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 1, en el que las unidades de emisión de cada una de las matrices de altavoces en línea se dispone físicamente en un patrón de arco, de acuerdo con la función de sombreado de Legendre.

4. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 1, en el que las unidades de emisión de cada una de las matrices de altavoces en línea se alinean a lo largo de un eje aproximadamente recto.

5. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 4, que comprende además circuitos de retardo mediante los cuales la señal de entrada se retarda selectivamente para cada una de dichas unidades de emisión o grupos de las mismas de modo que se simule el efecto de las unidades de emisión dispuestas en un patrón de arco.

6. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 1, que comprende además un procesador de sonido mediante el cual cada una de las unidades de emisión recibe una señal de entrada procesada que dispone un sombreado de Legendre que corresponde a una localización de la unidad de emisión en cada matriz de altavoces en línea.

7. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 1, en el que las unidades de emisión en la primera matriz de altavoces en línea están mirando, y uniformemente escalonadas con relación, a las unidades de emisión en la segunda matriz de altavoces en línea.

8. Un sistema de reproducción de sonido, que comprende: una matriz de altavoces en línea que comprende una primera pluralidad de unidades de emisión alineadas a lo largo de un eje aproximadamente recto y dispuestas hacia una superficie de reflexión del sonido, de modo que la salida del sonido desde las unidades de emisión es comprimida y girada hacia una ranura de salida alargada; una segunda pluralidad de unidades de emisión dispuestas de modo que su salida de sonido se dirige sustancialmente en la misma dirección que la del sonido desde la primera pluralidad de unidades de emisión que emanan desde la ranura de salida alargada, teniendo dicha segunda pluralidad de unidades de emisión una respuesta de frecuencia más alta que dicha primera pluralidad de unidades de emisión y un procesador de sonido que produce la salida de una pluralidad de señales de salida de audio mediante las cuales cada unidad de emisión en la matriz de altavoces en línea recibe la señal de salida de audio que tiene un sombreado de Legendre que corresponde a la posición relativa de la unidad de emisión en la matriz de altavoces en línea.

9. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 8, en el que la superficie de reflexión del sonido se dispone sustancialmente paralela con un eje longitudinal de la matriz de altavoces en línea y en el que el sonido que emana desde las unidades de emisión se gira mediante la superficie de reflexión del sonido de modo que se redirige aproximadamente de modo perpendicular a su dirección inicial.

10. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 8, que comprende además una segunda matriz de altavoces en línea que comprende una tercera pluralidad de unidades de emisión alineadas a lo largo de un eje aproximadamente recto y dispuesto hacia una segunda superficie de reflexión del sonido, de modo que la salida del sonido desde las unidades de emisión de la segunda matriz de altavoces en línea es comprimida y girada hacia una segunda ranura de salida alargada sustancialmente paralela a dicha primera ranura de salida alargada.

11. El sistema de reproducción de sonido de las reivindicaciones 1 ó 10, en el que las unidades de emisión en la segunda matriz de altavoces en línea se sitúan directamente en oposición y mirando a las unidades de emisión en la primera matriz en línea de altavoces.

12. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 10, en el que la segunda pluralidad de unidades de emisión se dispone a lo largo del mismo eje longitudinal que la primera y segunda ranuras de salida alargadas y la segunda pluralidad de unidades de emisión se sitúa enfrente de la primera y segunda ranuras de salida alargadas, de modo que la segunda pluralidad de unidades de emisión está en la trayectoria de sonido del sonido que emana desde cualquiera o ambas de la primera y segunda matrices de altavoces en línea.

13. Un sistema de reproducción de sonido, que comprende: una primera pluralidad de unidades de emisión dispuestas en una fila perpendicular al frontal de la unidad de altavoces; una segunda pluralidad de unidades de emisión dispuestas en una fila perpendicular al frontal del altavoz, situadas en modo que la segunda pluralidad de unidades de emisión esté mirando hacia la primera pluralidad de unidades de emisión y esté escalonada con respecto a la misma; una pluralidad de conductos de sonido para la transmisión de la salida acústica desde dicha primera pluralidad de unidades de emisión y dicha segunda pluralidad de unidades de emisión en una dirección perpendicular a la orientación de las unidades de emisión y una o más aberturas alargadas dispuestas en una terminación de cada uno de los conductos de sonido para la permitir que la radiación acústica directa desde las unidades de emisión se radie desde el frontal de la unidad de altavoces.

14. El sistema de reproducción de sonido de la reivindicación 13, en el que dicha primera pluralidad de unidades de emisión se escalona uniformemente con respecto a la segunda pluralidad de unidades de emisión, de modo que cada unidad de emisión de la primera pluralidad de unidades de emisión que no está en un extremo de la primera fila esté aproximadamente centrada con relación a las dos unidades de emisión opuestas más cercanas en la segunda fila y viceversa.

15. El sistema de reproducción de sonido de las reivindicaciones 2 ó 9 ó 13, en el que la radiación acústica hacia adelante desde cada una de las unidades de emisión se aísla acústicamente de su radiación acústica hacia atrás.

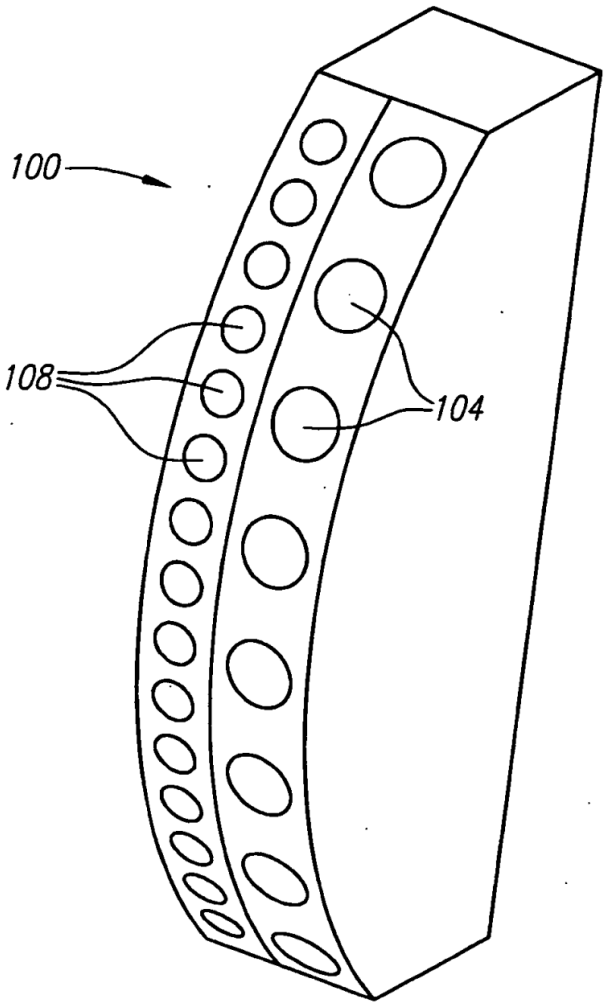


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

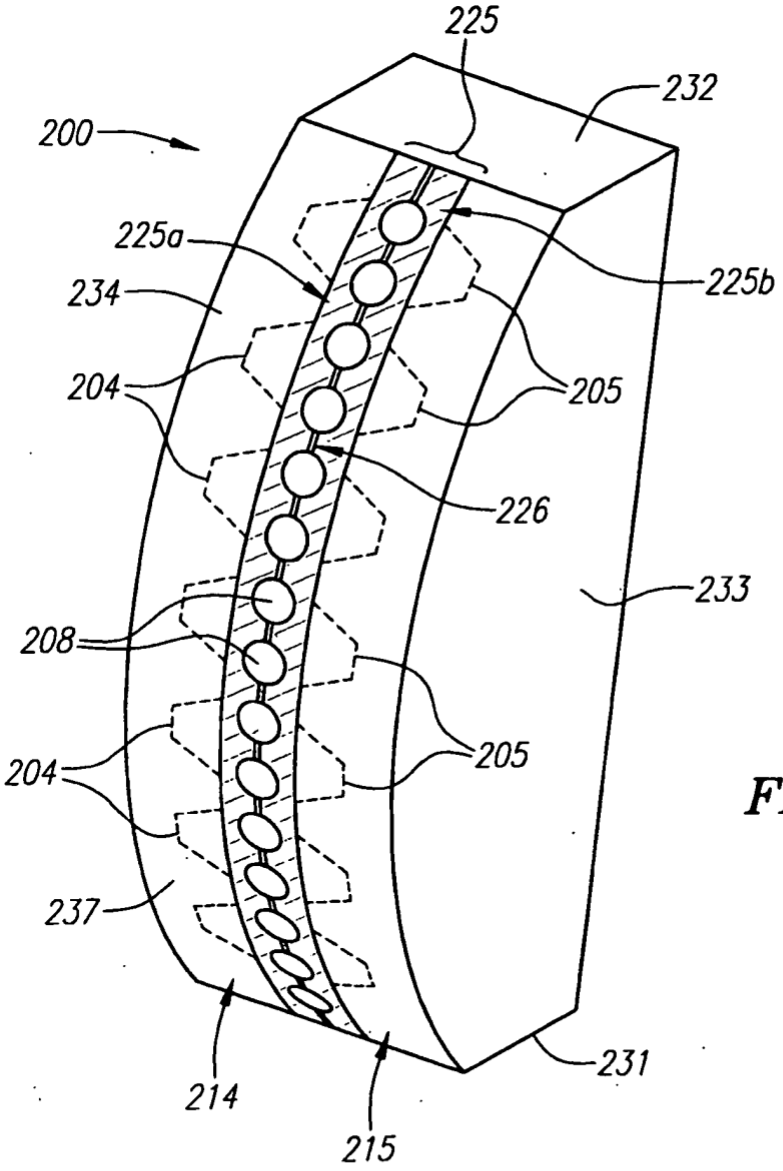

225
232
200
225a
225b
234
205
204
226
233
208
205
204
237
214
215
231

FIG. 2A

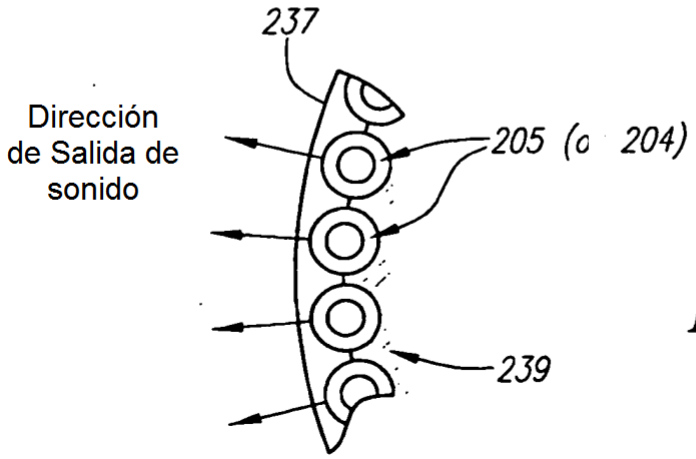

237
Dirección de Salida de sonido
205 (o 204)
239

FIG. 2B

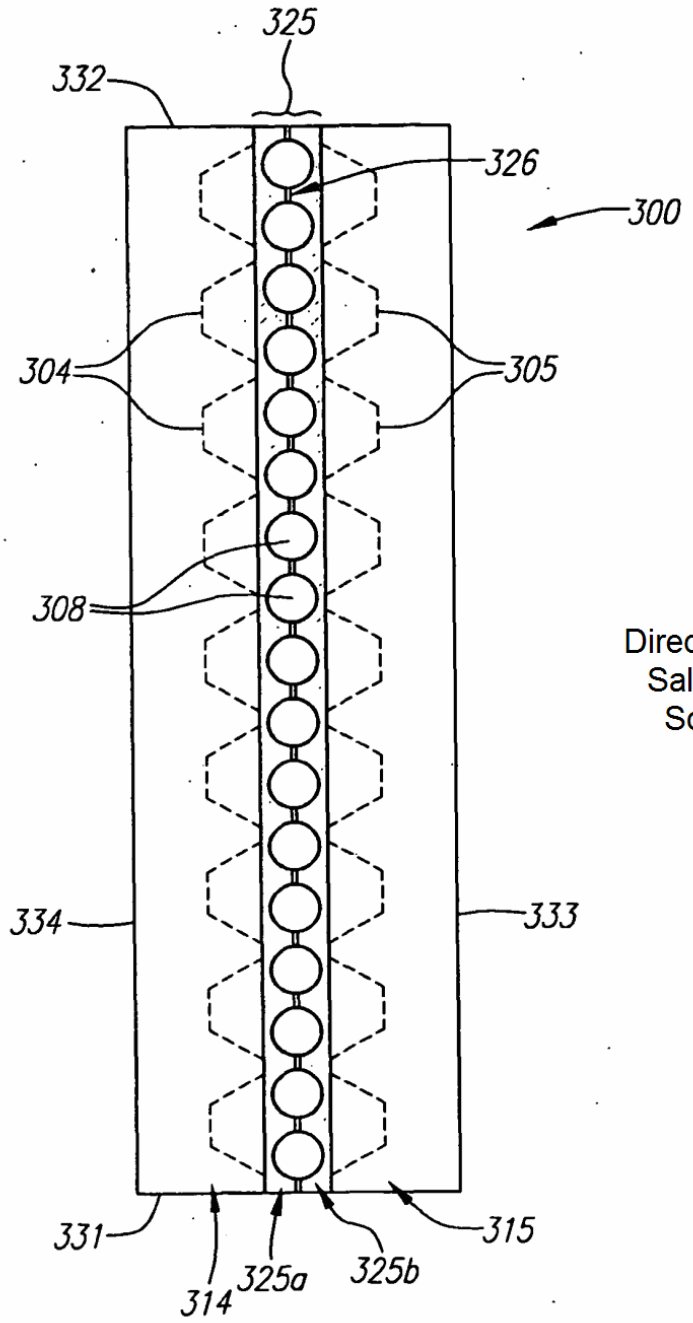

325
332
326
300
304
305
308
334
333
331
315
314
325a
325b

FIG. 3A

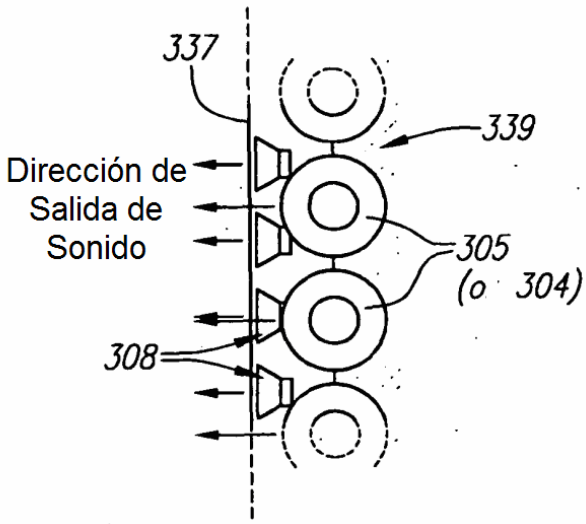

337
339
Dirección de
Salida de
Sonido
305
(o 304)
308

FIG. 3B

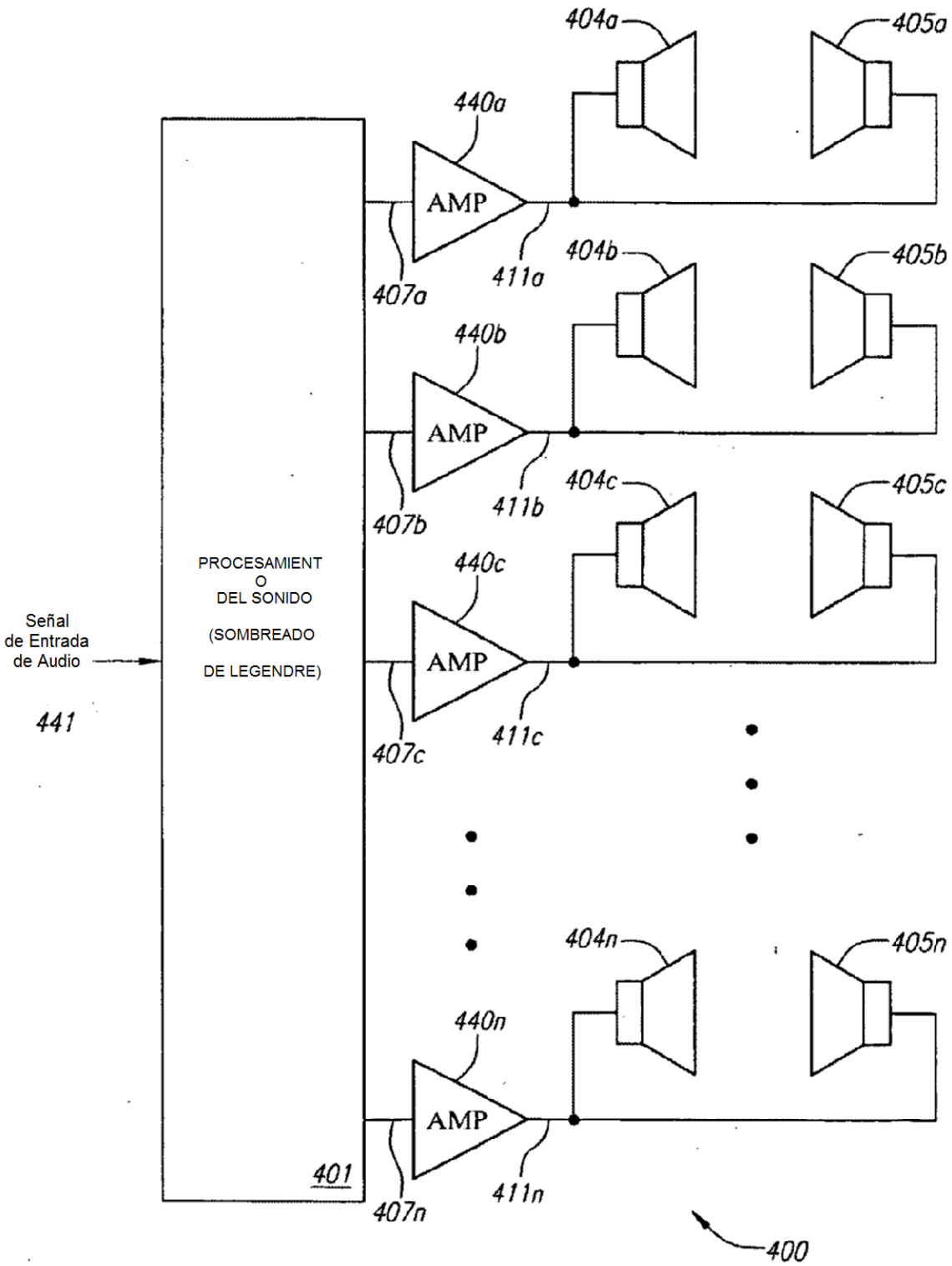

404a
405a
440a
AMP
407a
411a
404b
405b
440b
AMP
407b
411b
404c
405c
440c
AMP
407c
411c
PROCESAMIENTO DEL SONIDO (SOMBREADO DE LEGENDRE)
Señal de Entrada de Audio
441
404n
405n
440n
AMP
407n
411n
401
400

FIG. 4A

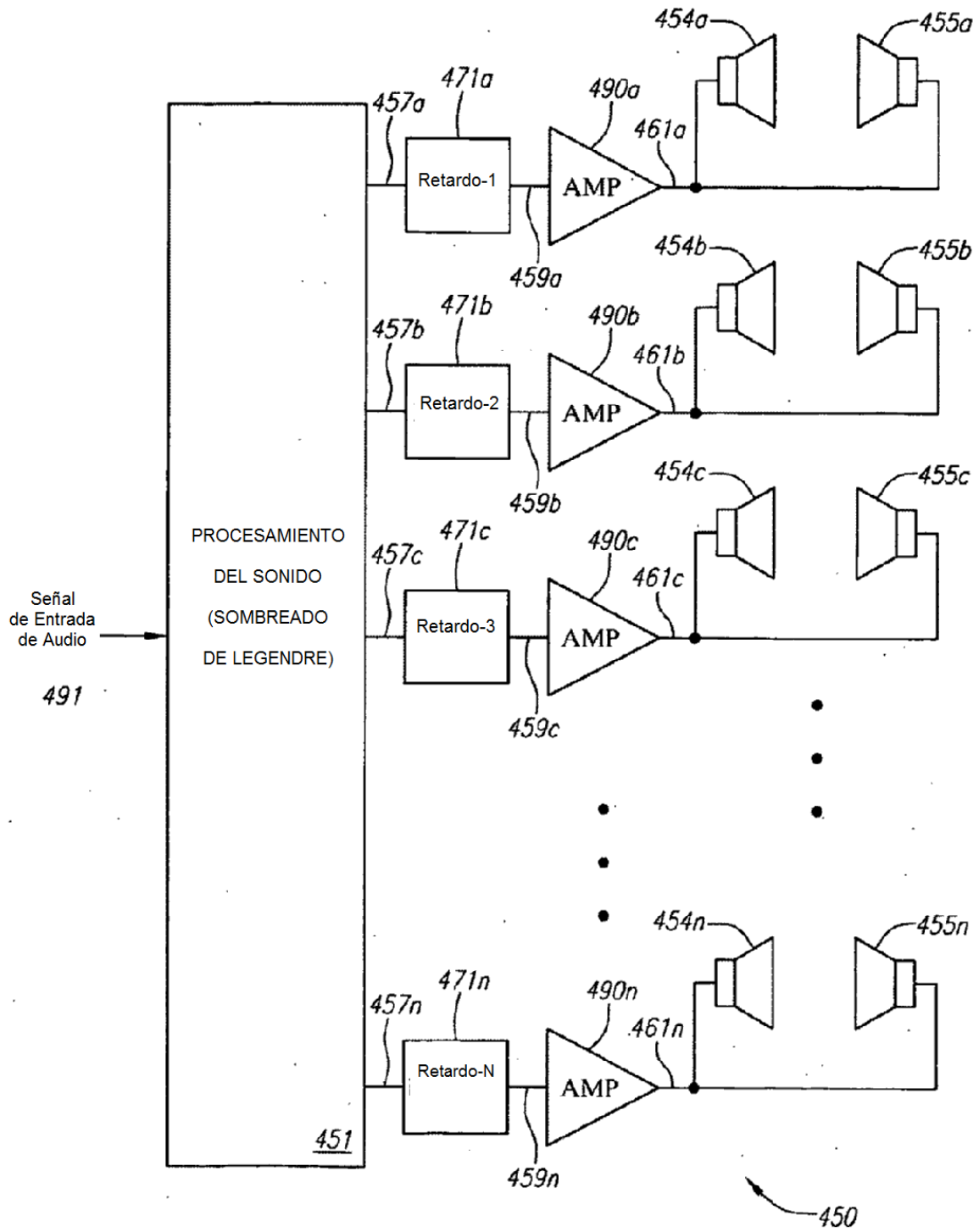

Señal
de Entrada
de Audio
491
PROCESAMIENTO
DEL SONIDO
(SOMBREADO
DE LEGENDRE)
451
457a
471a
Retardo-1
490a
AMP
461a
459a
454a
455a
457b
471b
Retardo-2
490b
AMP
461b
459b
454b
455b
457c
471c
Retardo-3
490c
AMP
461c
459c
454c
455c
457n
471n
Retardo-N
490n
AMP
461n
459n
454n
455n
450

FIG. 4B

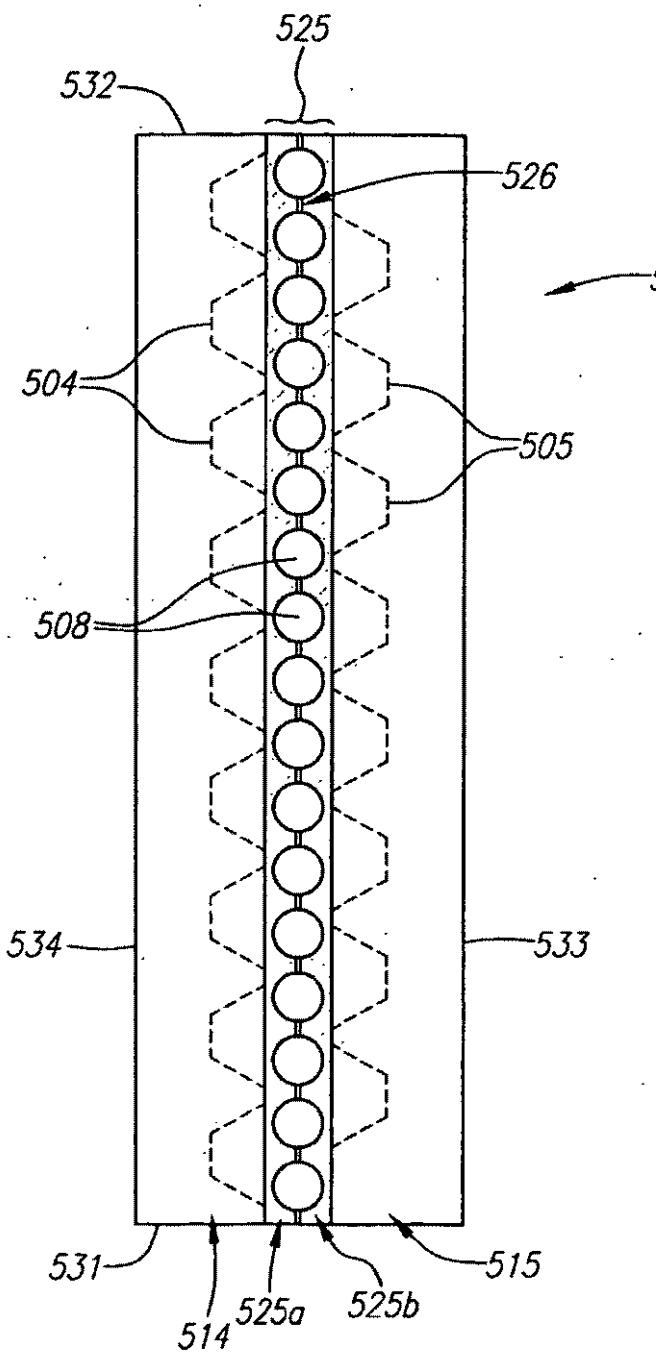


FIG. 5

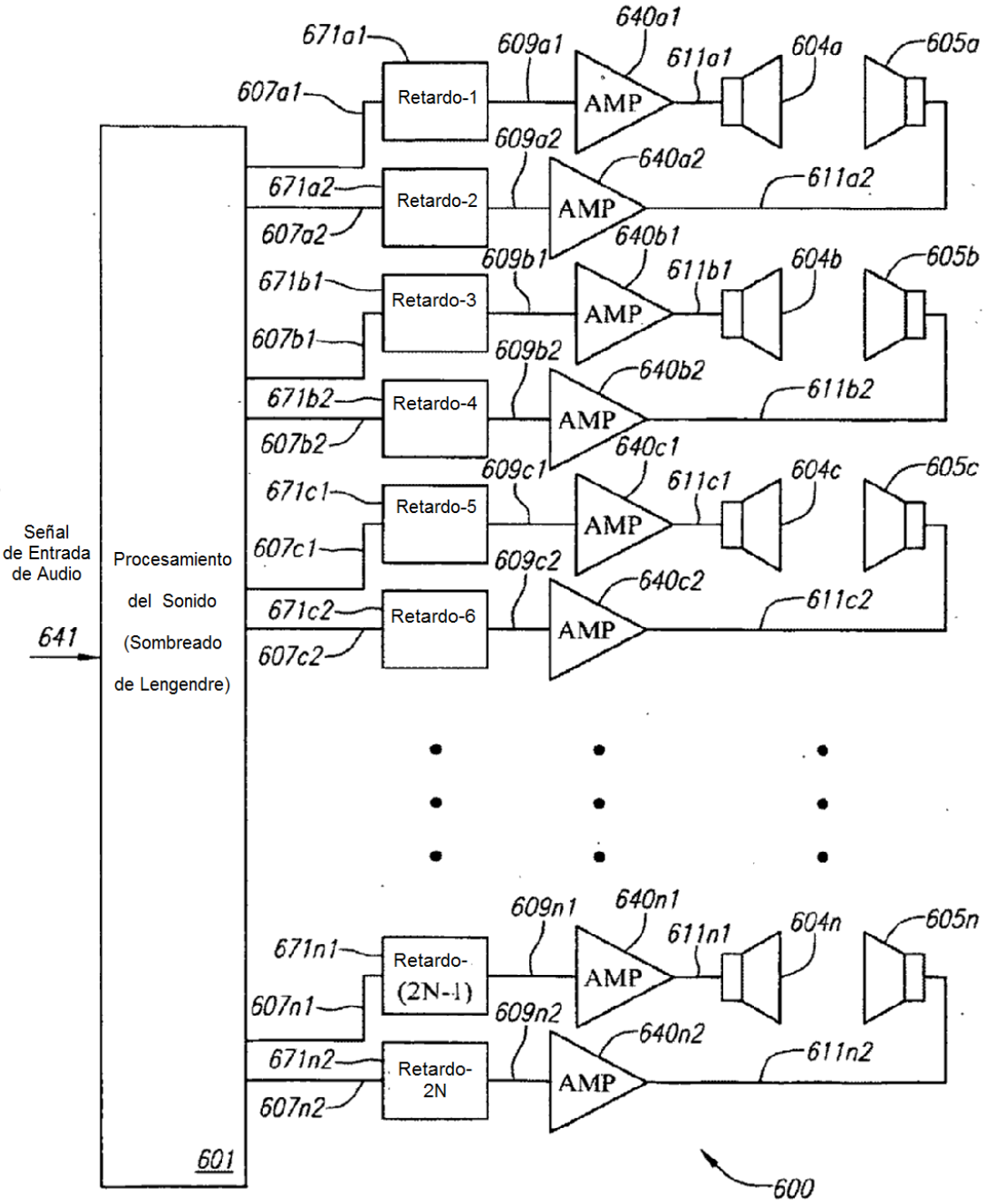

Señal de Entrada de Audio
641
Procesamiento del Sonido (Sombreado de Lengendre)
601
671a1
607a1
Retardo-1
609a1
640a1
AMP
611a1
604a
605a
671a2
607a2
Retardo-2
609a2
640a2
AMP
611a2
671b1
607b1
Retardo-3
609b1
640b1
AMP
611b1
604b
605b
671b2
607b2
Retardo-4
609b2
640b2
AMP
611b2
671c1
607c1
Retardo-5
609c1
640c1
AMP
611c1
604c
605c
671c2
607c2
Retardo-6
609c2
640c2
AMP
611c2
671n1
607n1
Retardo-(2N-1)
609n1
640n1
AMP
611n1
604n
605n
671n2
607n2
Retardo-2N
609n2
640n2
AMP
611n2
600

FIG. 6

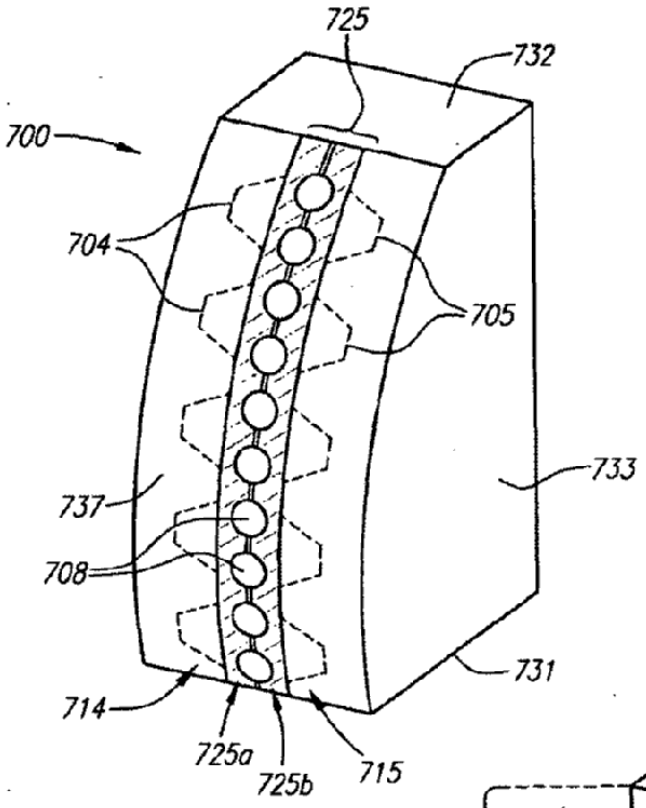

725
732
700
704
705
733
737
708
731
714
725a
725b
715

FIG. 7

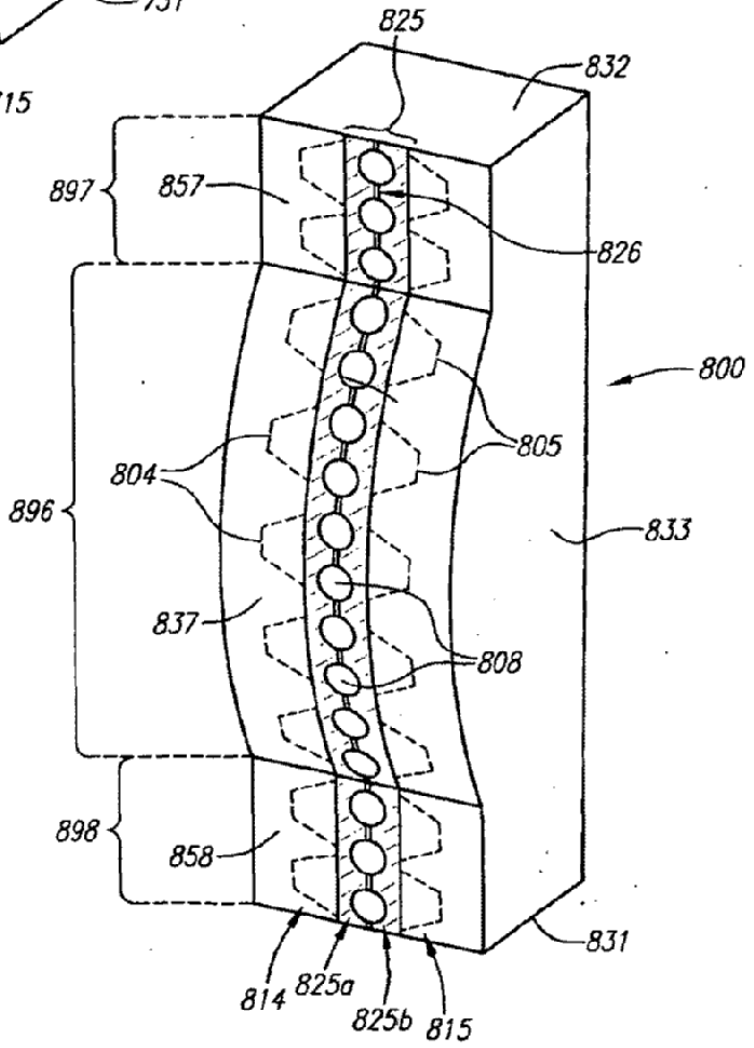

825
832
897
857
826
800
805
804
896
833
837
808
898
858
831
814
825a
825b
815

FIG. 8

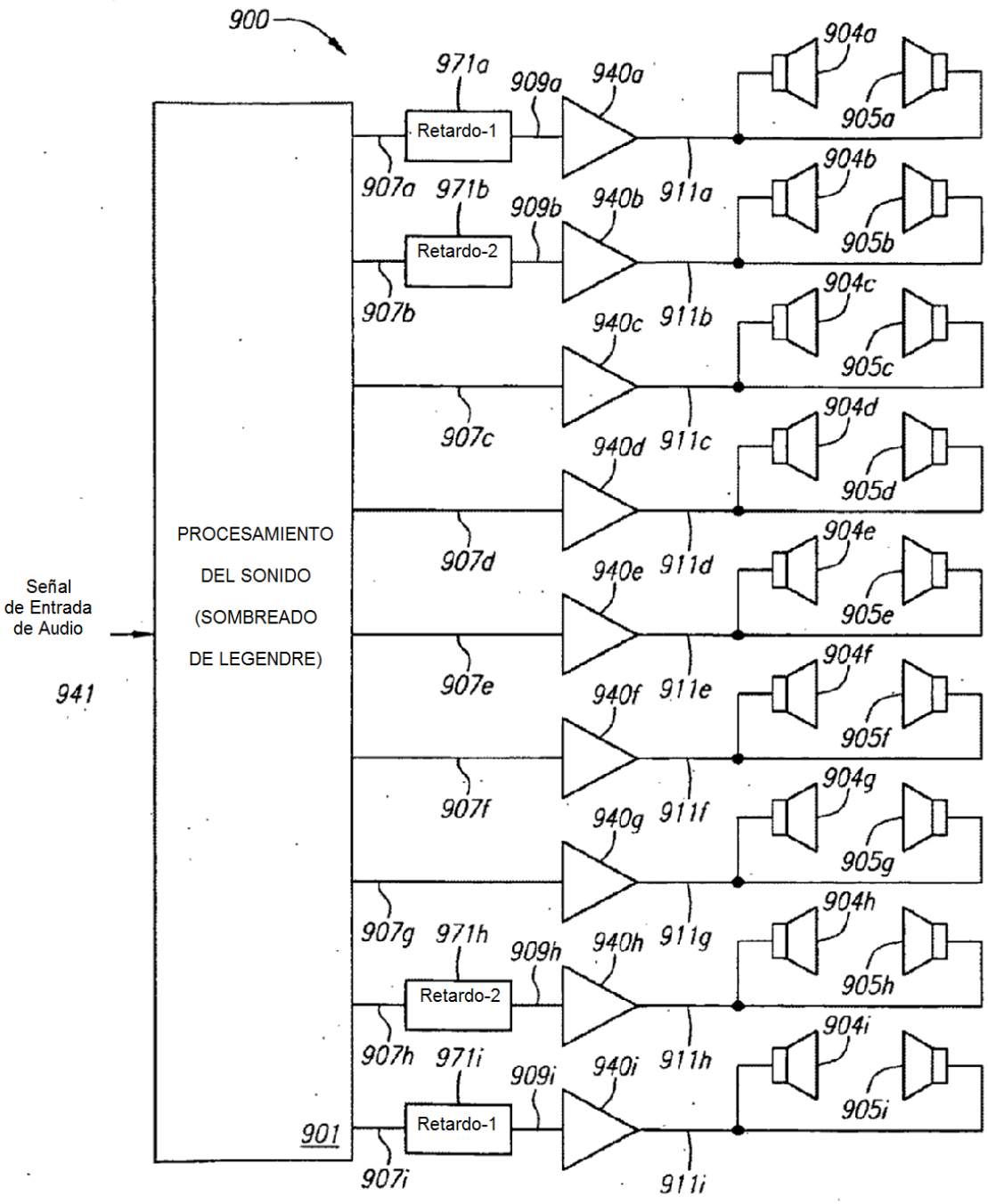

900
971a
909a
940a
904a
905a
Retardo-1
907a
971b
909b
940b
911a
904b
905b
Retardo-2
907b
940c
911b
904c
905c
907c
940d
911c
904d
905d
PROCESAMIENTO
DEL SONIDO
(SOMBREADO
DE LEGENDRE)
907d
940e
911d
904e
905e
Señal
de Entrada
de Audio
941
907e
940f
911e
904f
905f
907f
940g
911f
904g
905g
907g
971h
909h
940h
911g
904h
905h
Retardo-2
907h
971i
909i
940i
911h
904i
905i
901
Retardo-1
907i
911i

FIG. 9

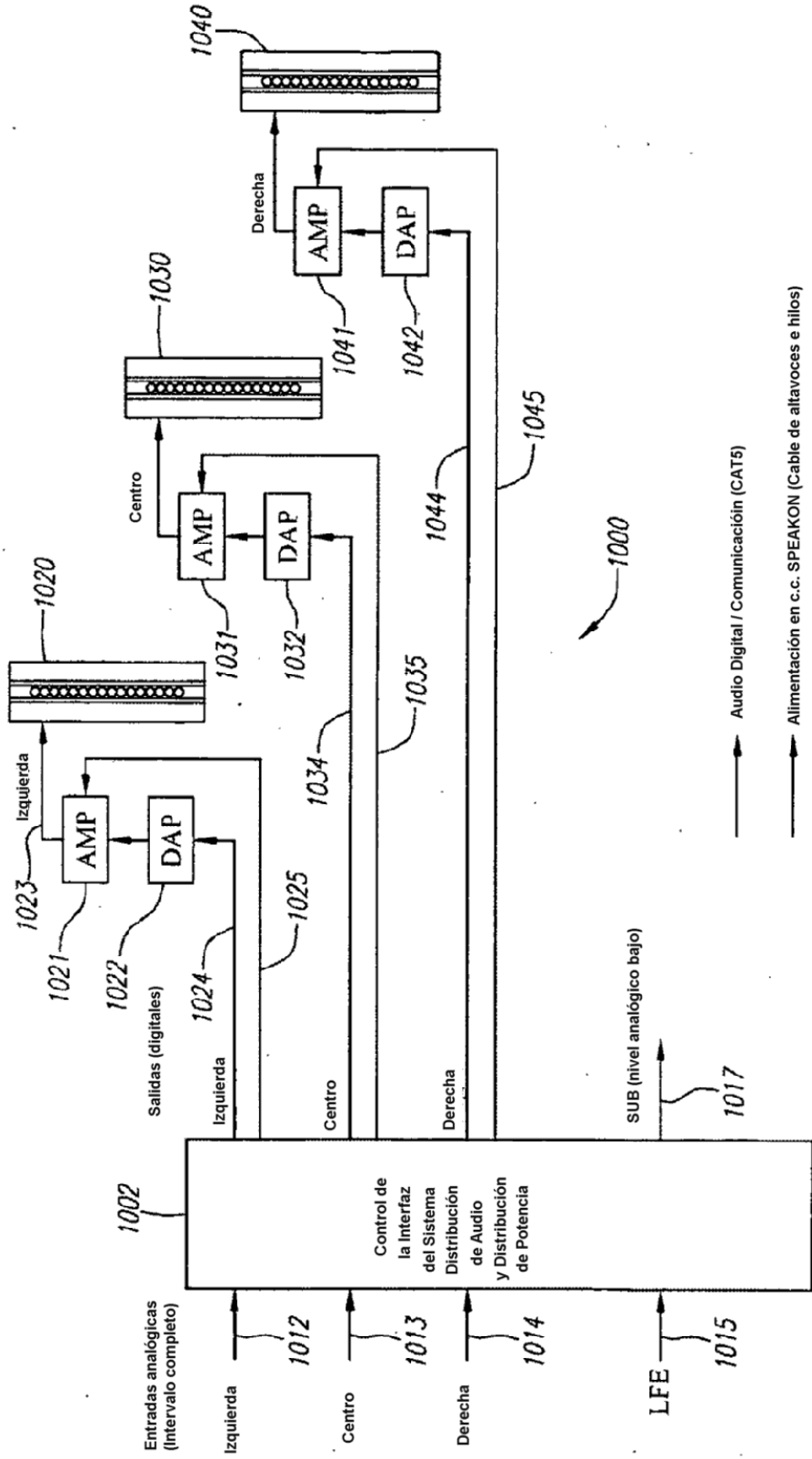

Entradas analógicas (Intervalo completo)
Izquierda
Centro
Derecha
LFE
1012
1013
1014
1015
1016
120VAC
1002
Control de la Interfaz del Sistema Distribución de Audio y Distribución de Potencia
Salidas (digitales)
Izquierda
Centro
Derecha
SUB (nivel analógico bajo)
1017
1021
1022
1023
1024
1025
1020
AMP
DAP
1031
1032
1034
1035
1030
Centro
1041
1042
1044
1045
1040
Derecha
1000
Audio Digital / Comunicacióin (CAT5)
Alimentación en c.c. SPEAKON (Cable de altavoces e hilos)

FIG. 10

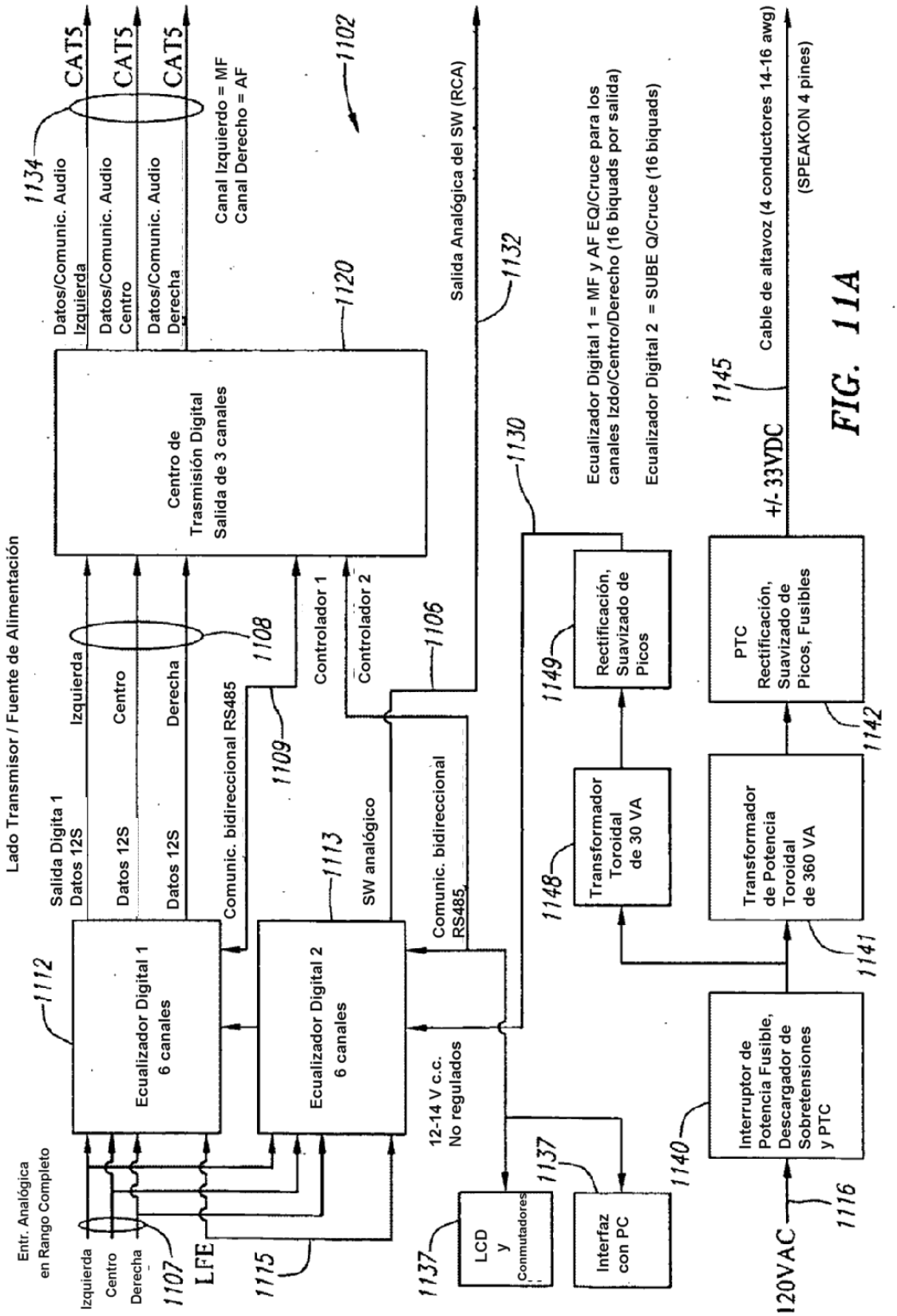

Lado Transmisor / Fuente de Alimentación
Entr. Analógica en Rango Completo
Izquierda
Centro
Derecha
1107
LFE
1115
1112
Ecualizador Digital 1 6 canales
Ecualizador Digital 2 6 canales
Salida Digita 1 Datos 12S
Datos 12S
Datos 12S
Izquierda
Centro
Derecha
1108
Comunic. bidireccional RS485
1109
1113
SW analógico
Controlador 1
Controlador 2
1106
Comunic. bidireccional RS485
12-14 V c.c. No regulados
1137
LCD y Conmutadores
1137
Interfaz con PC
1140
Interruptor de Potencia Fusible, Descargador de Sobretensiones y PTC
1116
120VAC
1148
Transformador Toroidal de 30 VA
1149
Rectificación, Suavizado de Picos
1130
Ecualizador Digital 1 = MF y AF EQ/Cruce para los canales Izdo/Centro/Derecho (16 biquads por salida)
Ecualizador Digital 2 = SUBE Q/Cruce (16 biquads)
Salida Analógica del SW (RCA)
1132
1120
Centro de Trasmisión Digital Salida de 3 canales
1102
Canal Izquierdo = MF
Canal Derecho = AF
1134
Datos/Comunic. Audio Izquierda
Datos/Comunic. Audio Centro
Datos/Comunic. Audio Derecha
CAT5
CAT5
CAT5
1141
Transformador de Potencia Toroidal de 360 VA
1142
PTC
Rectificación, Suavizado de Picos, Fusibles
1145
+/- 33VDC
Cable de altavoz (4 conductores 14-16 awg)
(SPEAKON 4 pines)

FIG. 11A

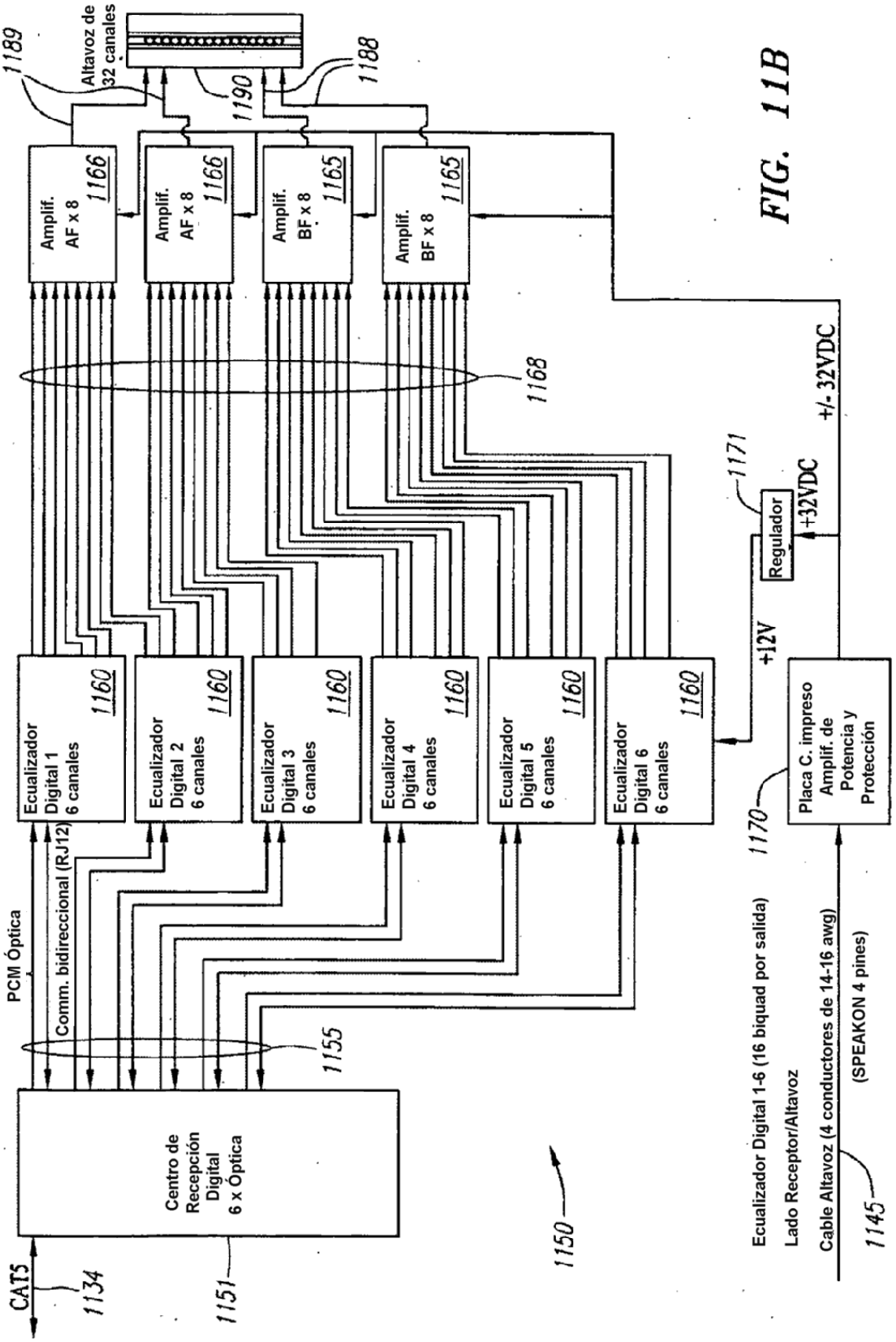

1189
Altavoz de 32 canales
1188
1190
Amplif. AF x 8
1166
Amplif. AF x 8
1166
Amplif. BF x 8
1165
Amplif. BF x 8
1165
1168
+/- 32VDC
1171
Regulador
+32VDC
+12V
Ecualizador Digital 1 6 canales
1160
Ecualizador Digital 2 6 canales
1160
Ecualizador Digital 3 6 canales
1160
Ecualizador Digital 4 6 canales
1160
Ecualizador Digital 5 6 canales
1160
Ecualizador Digital 6 6 canales
1160
Placa C. impreso Amplif. de Potencia y Protección
1170
PCM Óptica
Comm. bidireccional (RJ12)
1155
Centro de Recepción Digital 6 x Óptica
1151
CAT5
1134
1150
Ecualizador Digital 1-6 (16 biquad por salida)
Lado Receptor/Altavoz
Cable Altavoz (4 conductores de 14-16 awg)
(SPEAKON 4 pines)
1145

FIG. 11B

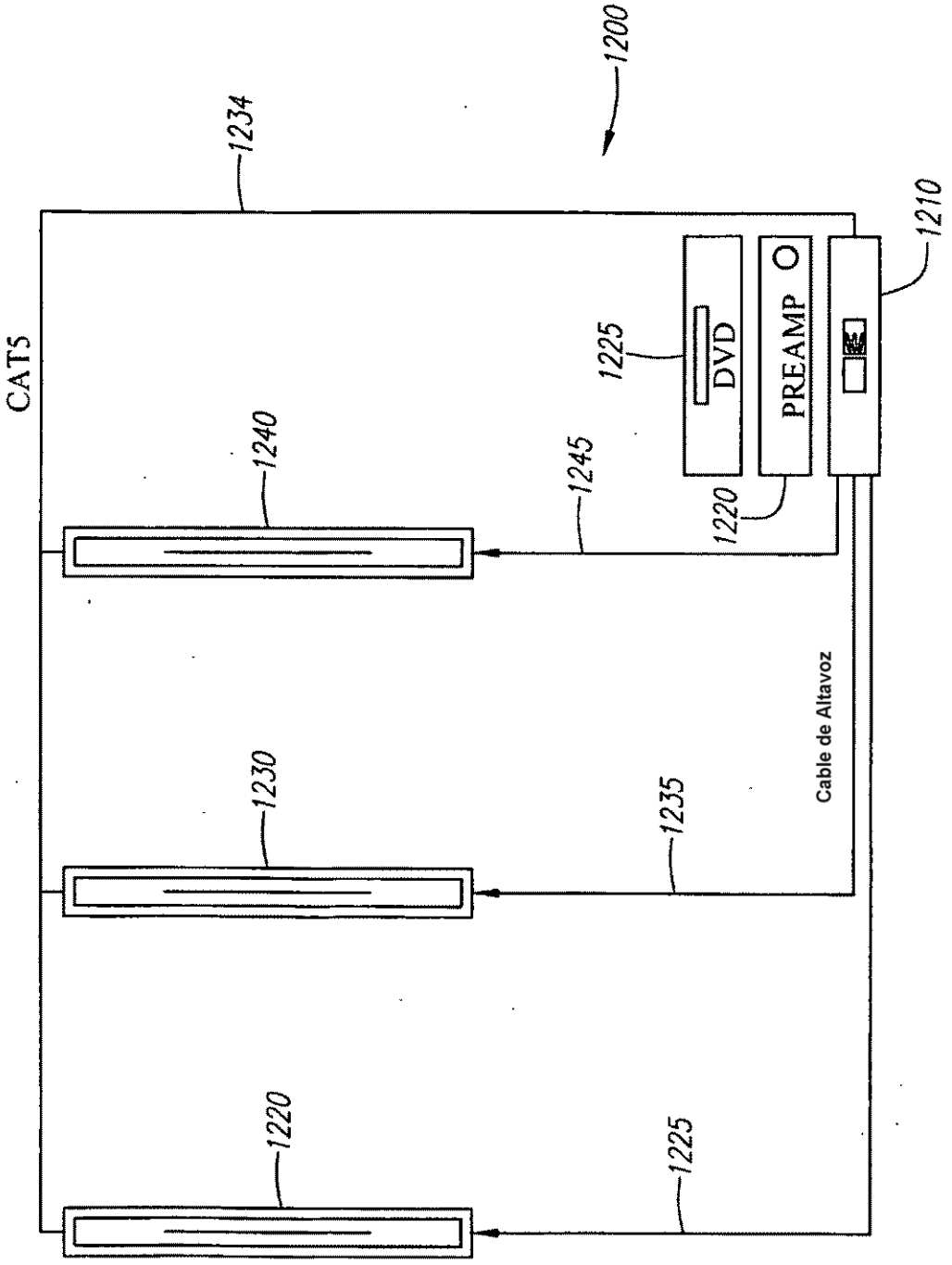

1200
1234
1210
CAT5
1225
DVD
PREAMP
1240
1245
1220
Cable de Altavoz
1230
1235
1220
1225

FIG. 12

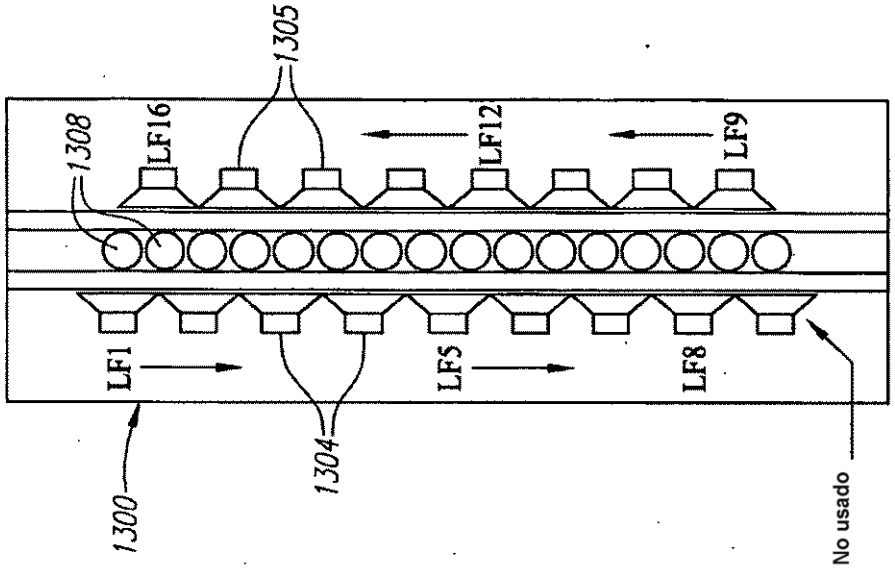


FIG. 13B

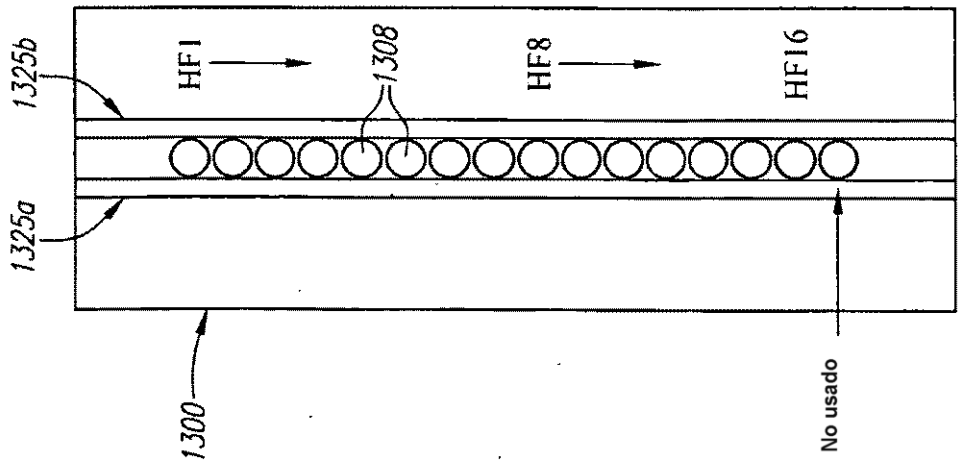
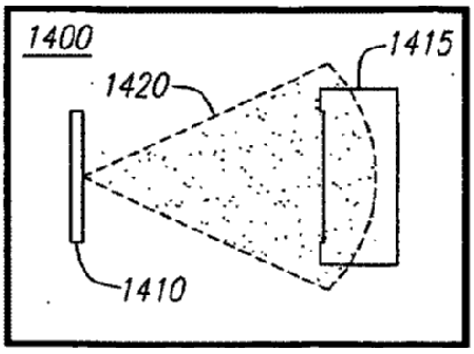
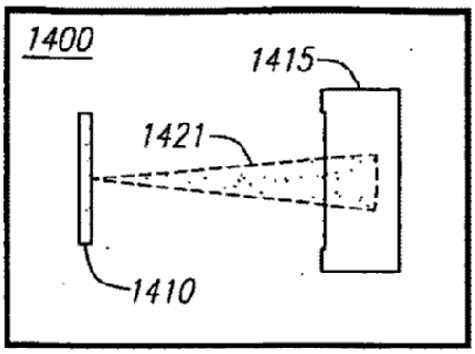


FIG. 13A



Haz Ancho

FIG. 14A



Haz Estrecho

FIG. 14B

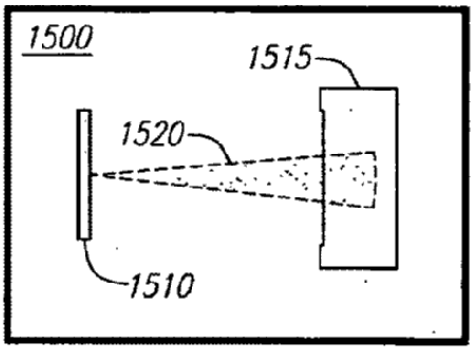


FIG. 15A

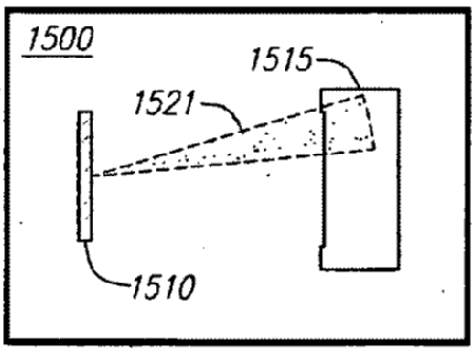


FIG. 15B

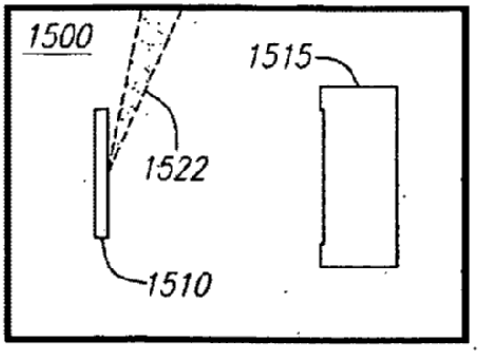


FIG. 15C

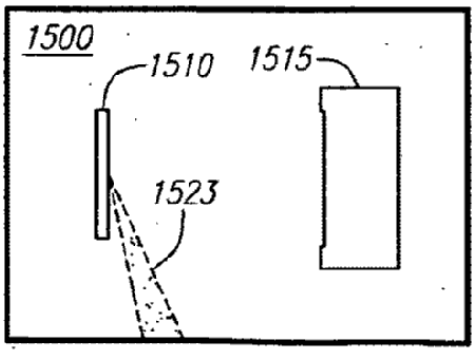


FIG. 15D

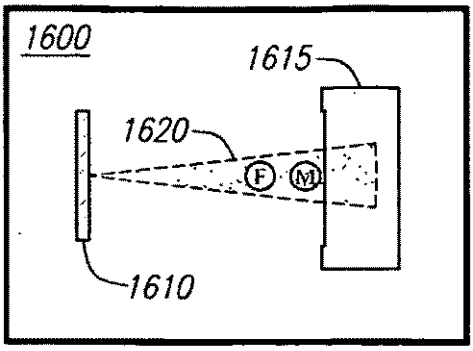


FIG. 16A

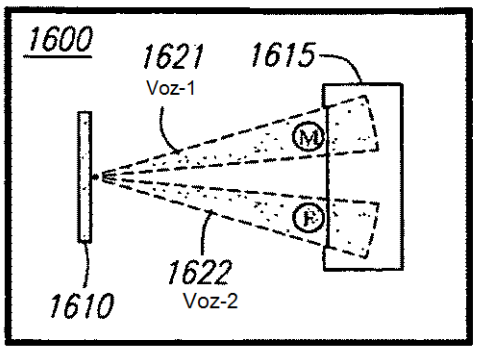


FIG. 16B

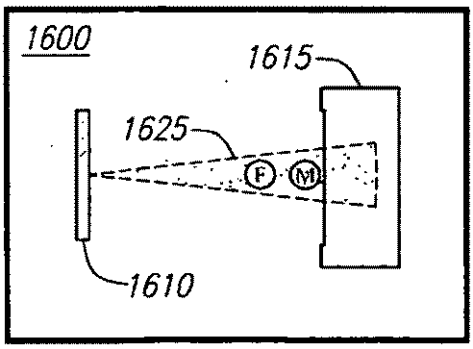


FIG. 16C

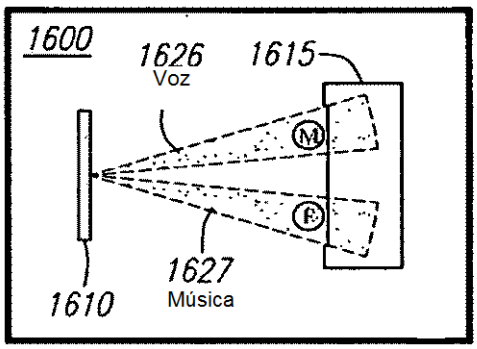


FIG. 16D

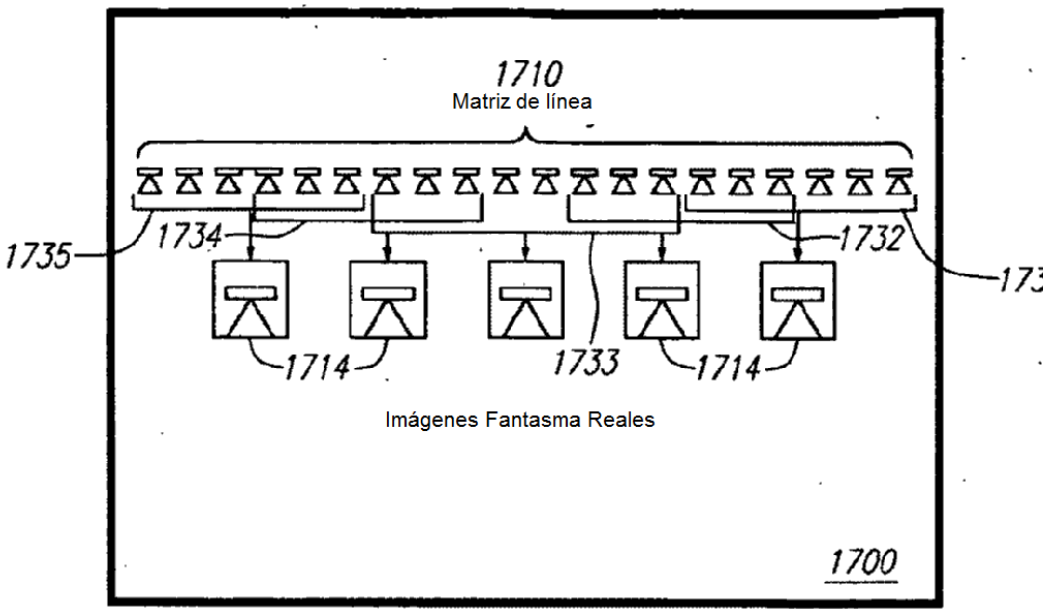

1710
Matriz de línea
1735
1734
1732
1714
1733
1714
Imágenes Fantasma Reales
1700

FIG. 17

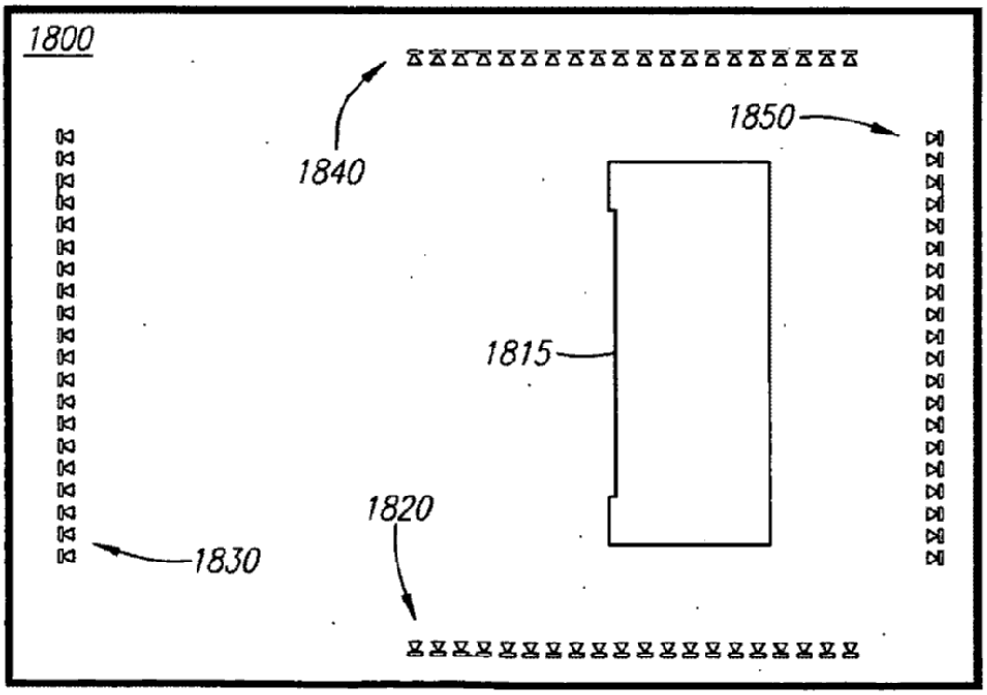

1800
1840
1850
1815
1820
1830

FIG. 18

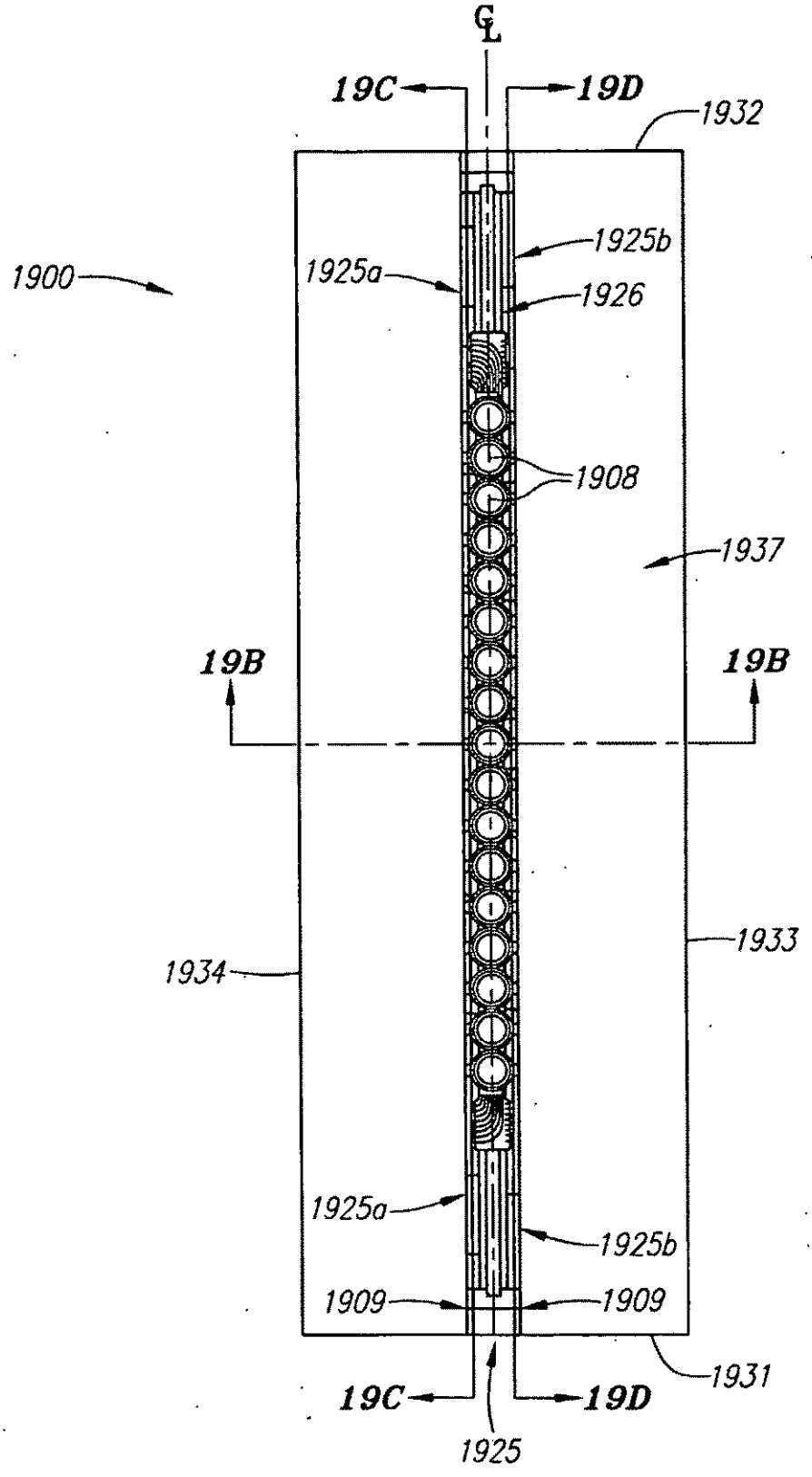

C
L
19C
19D
1932
1925b
1900
1925a
1926
1908
1937
19B
19B
1933
1934
1925a
1925b
1909
1909
1931
19C
19D
1925

FIG. 19A

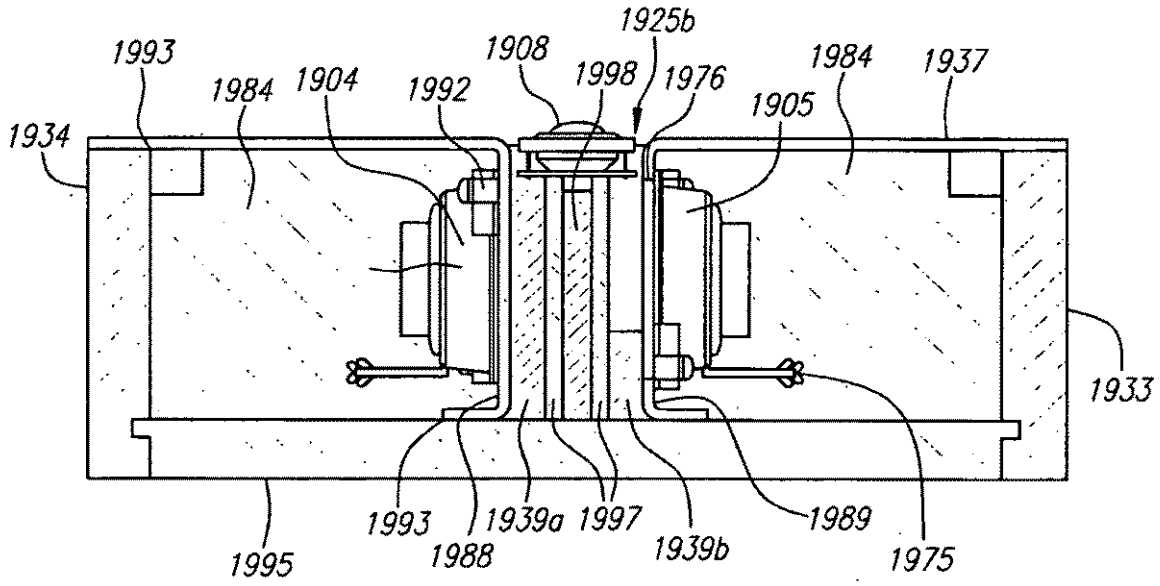

1925b
1993
1908
1984
1998
1976
1984
1937
1904
1992
1905
1934
1933
1993
1939a
1997
1989
1988
1939b
1975
1995

FIG. 19B

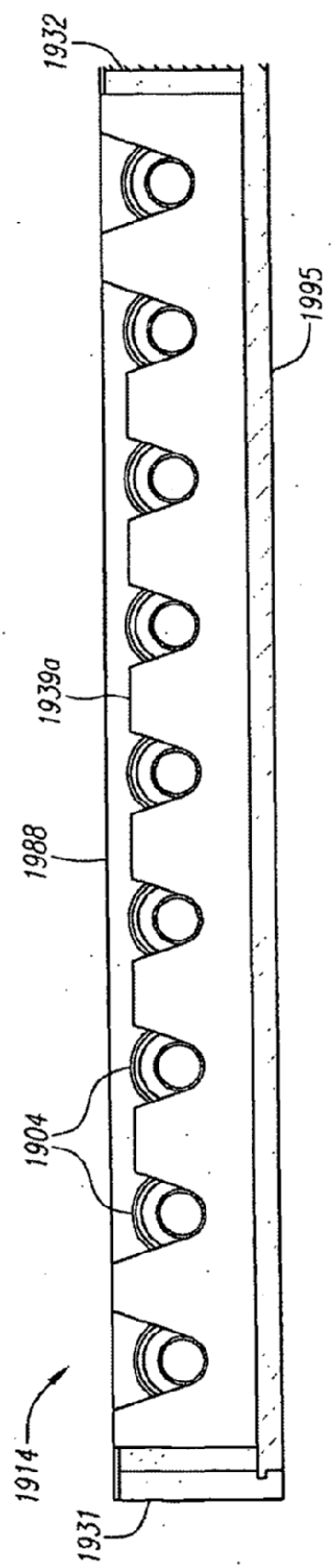


FIG. 19C

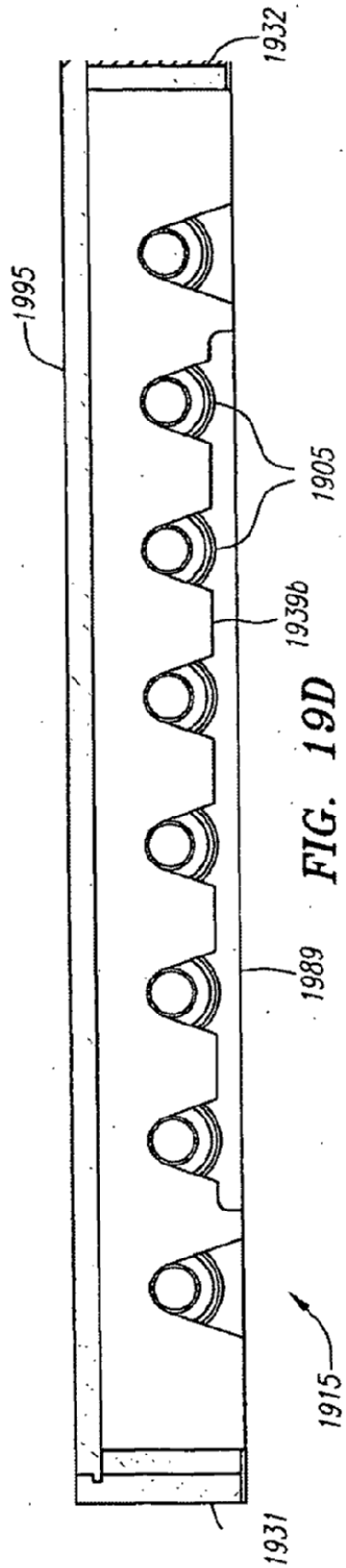


FIG. 19D

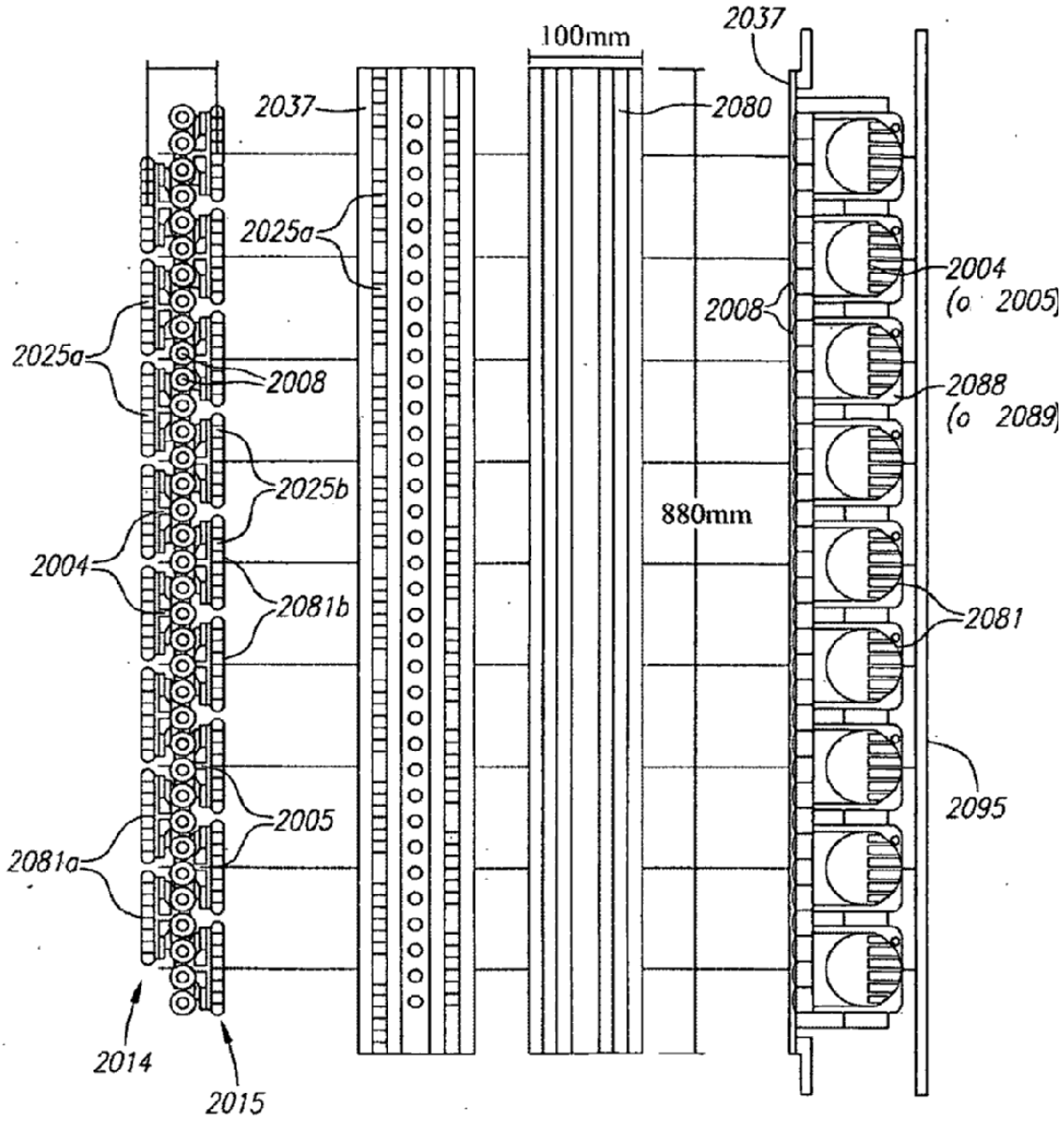


FIG. 20A FIG. 20B FIG. 20C FIG. 20D

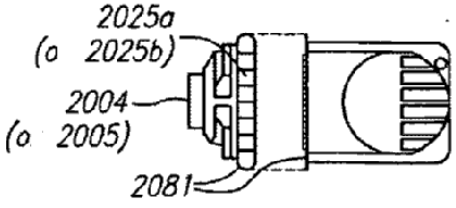


FIG. 20E

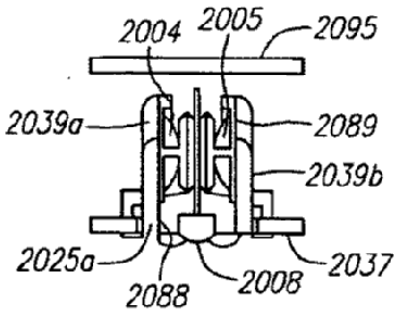


FIG. 20F

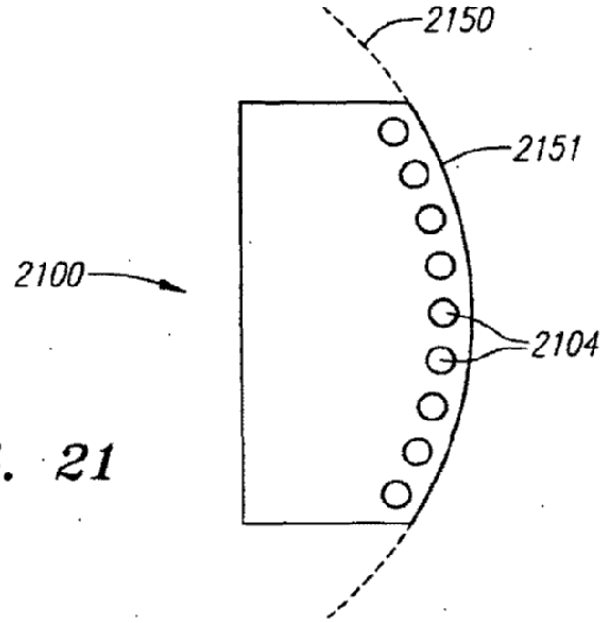
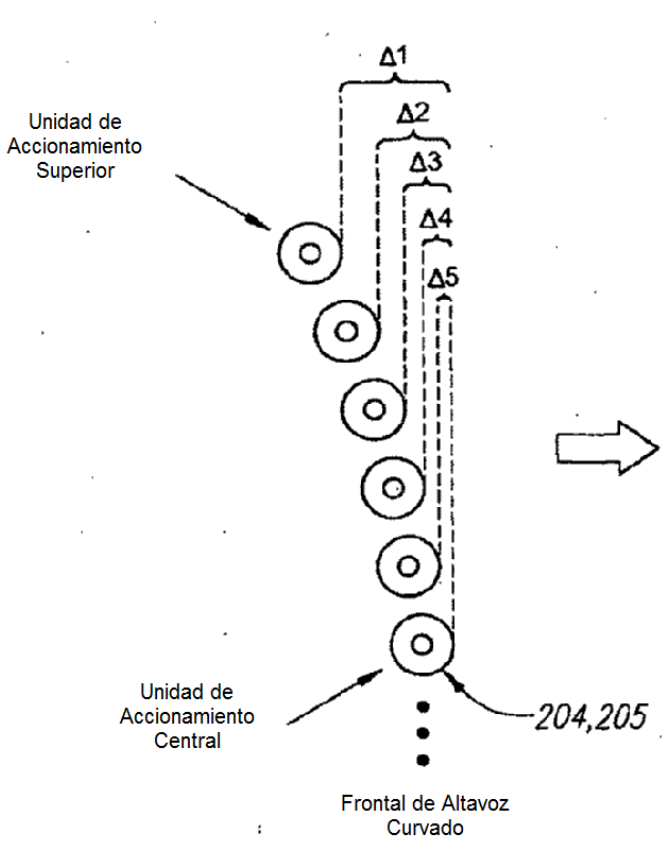
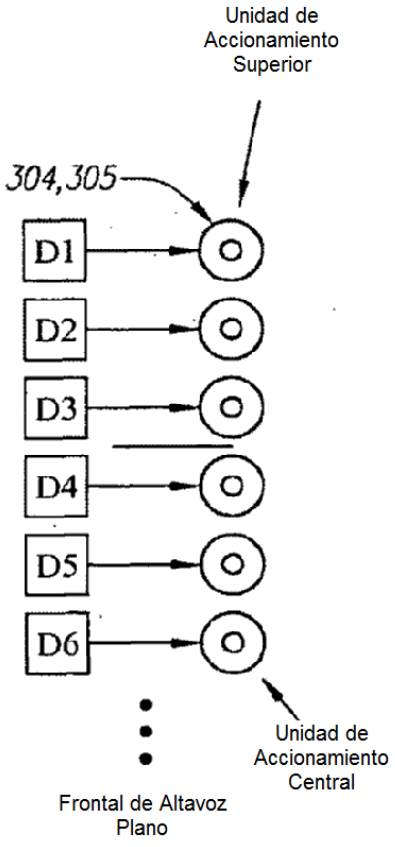


FIG. 21



(Fig. 2A)



(Fig. 3A)

FIG. 22

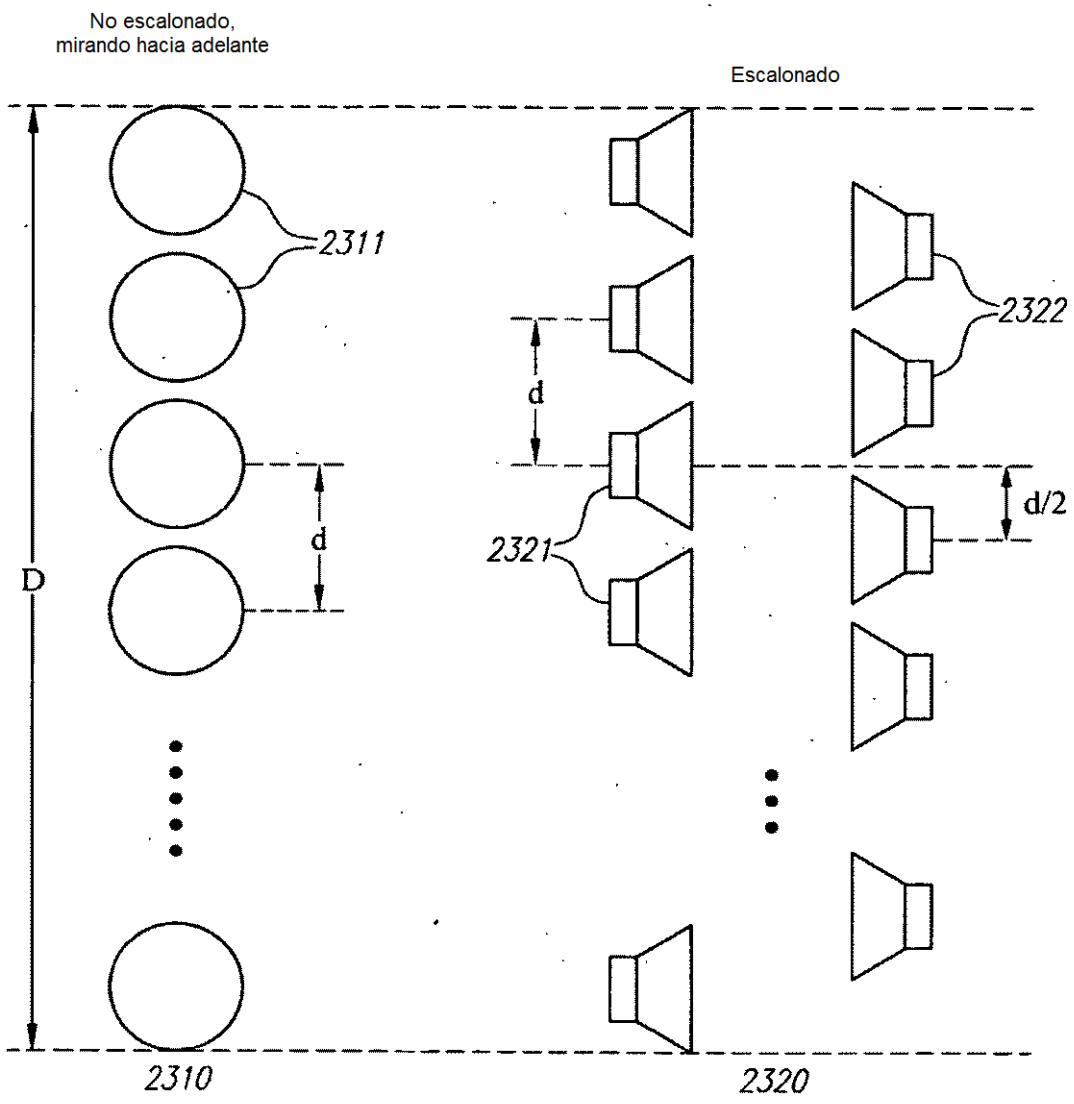

No escalonado,
mirando hacia adelante
Escalonado
2311
2322
d
d
d/2
2321
D
2310
2320

FIG. 23