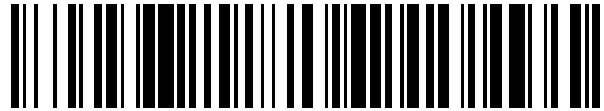


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 563**

51 Int. Cl.:

**H04S 1/00** (2006.01)

**H04R 3/12** (2006.01)

**H04S 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2009 E 09711205 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2248352**

54 Título: **Ampliación estereofónica**

30 Prioridad:

**14.02.2008 US 28654 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.05.2013**

73 Titular/es:

**DOLBY LABORATORIES LICENSING  
CORPORATION (100.0%)  
100 Potrero Avenue  
San Francisco, CA 94103-4813, US**

72 Inventor/es:

**POTARD, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 404 563 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Ampliación estereofónica

5 **Tecnología**

La presente invención se refiere generalmente a una reproducción de audio. Más específicamente, las realizaciones de la presente invención se refieren a la ampliación estereofónica.

10 **Antecedentes**

Las cualidades del audio percibidas psicoacústicamente, tales como la riqueza, plenitud, profundidad y amplitud, describen una "sonoridad" que se refiere a la experiencia de audio de los oyentes. Tales cualidades pueden afectar a la implicación subjetiva de los oyentes en el audio, así como a su percepción espacial global de la sonoridad. El audio estereofónico (estéreo) utiliza al menos dos (2) canales de audio distintos o independientes para reproducir el sonido con múltiples altavoces. El audio estéreo reproduce sonidos de modo que pueden ser percibidos desde múltiples direcciones.

Para personas con una audición biaural sustancialmente normal el audio estéreo puede proporcionar una experiencia de escucha que suena algo natural y que puede, en cierto sentido, considerarse satisfactoria auditivamente. El audio estéreo puede usar proyección estereofónica, en la cual posiciones relativas asociadas con componentes del sonido grabado del contenido de audio se codifican y reproducen para generar elementos o componentes de la sonoridad. La colocación y separación de los altavoces puede afectar a la percepción de la sonoridad.

La descorrelación anterior a la ampliación estéreo o virtualización se ha utilizado con algún éxito, como se describe en el documento US 2004/0136554 A1 y la patente de EE.UU. nº 6.111.958. Ninguno de estos documentos revela descorrelacionar un intervalo de frecuencia alta (es decir, un intervalo de frecuencia correspondiente a frecuencias altas por encima de un umbral de frecuencia entre 300 Hz y 3 kHz), a la vez que no descorrelacionar un intervalo de frecuencia baja.

También se conocen otras técnicas, tales como la generación pseudo-estéreo, por ejemplo como se describe en la patente de EE.UU. nº 6.636.608 y el documento WO 00/22880 A2.

El documento EP 1194007 A1 revela una técnica para convertir señales estéreo para una escucha con auriculares en la que se utilizan trayectorias directas y trayectorias de diafonía con ganancias dependientes de la frecuencia.

El documento US 2003/0219137 A1 revela un sistema de sonido de vehículo en el que un procesador de sonido actúa para difundir la imagen del sonido producida por dos altavoces muy próximos mediante el empleo de una técnica de cancelación cruzada.

La patente de EE.UU. nº 5.757.931 revela un aparato de procesamiento de señal en el que una señal digital de entrada de audio se divide en señales de al menos dos bandas de frecuencia.

El documento JP 54/58404 A revela un aparato acústico que incluye un desfaseador para obtener una sensación natural de difusión de las imágenes del sonido.

La presente invención se define por las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes tratan características opcionales de algunas realizaciones de la invención.

Esta sección describe enfoques que se podrían perseguir, pero no necesariamente enfoques que hayan sido previamente concebidos o perseguidos. Así, a menos que se indique lo contrario, no se debería asumir que cualquiera de los enfoques descritos en esta sección se califique como técnica anterior simplemente en virtud de su inclusión en esta sección. Del mismo modo, no se debe asumir que temas identificados con respecto a uno o más enfoques hayan sido reconocidos en cualquier técnica anterior en base a esta sección, a menos que se indique lo contrario.

**Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se ilustra a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos que se acompañan y en las que los números de referencia iguales se refieren a elementos similares y en las que:

la figura 1 representa un sistema de ampliación estéreo de descorrelación de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 2 representa un sistema de ampliación estéreo de descorrelación de ejemplo con filtros de cruce, de

acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 3 representa un sistema de ampliación estéreo de descorrelación de ejemplo con filtros de pasa todo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

5 la figura 4 representa un sistema de ampliación estéreo de descorrelación de ejemplo que también utiliza filtros de cruce, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 5 representa un ejemplo de banco de filtros, de acuerdo con una realización de la presente invención;

10 la figura 6 representa un filtro de descorrelación de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 7 representa capturas de pantalla de respuestas de fase y amplitud, en una implementación de ejemplo;

15 la figura 8 representa una captura de pantalla que traza una diferencia de respuesta de fase entre canales de audio en diferentes ajustes de ganancia, en una implementación de ejemplo;

la figura 9 representa un filtro de cruce de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

20 la figura 10 representa capturas de pantalla de trazados de respuesta de fase y amplitud asociados con un filtro de cruce, en una implementación de ejemplo; y

la figura 11 representa capturas de pantalla de trazados de respuesta de fase y amplitud, asociados respectivamente con un filtro de descorrelación y un filtro de cruce, en una implementación de ejemplo.

### Descripción de realizaciones de ejemplo

30 En la presente memoria se describe la ampliación estereofónica. Aunque se han utilizado la descorrelación anterior a la ampliación estéreo o virtualización y otras técnicas, tales como la generación pseudo-estéreo, que también conocemos, las realizaciones de la presente invención se refieren a la descorrelación dependiente de la frecuencia, anterior a la ampliación estereofónica. Una realización de la presente invención se refiere a la descorrelación dependiente de la frecuencia en un intervalo de alta frecuencia por encima de un umbral de frecuencia entre 300 Hz y 3 kHz, anterior a la ampliación estereofónica para dispositivos con altavoces que están en proximidad espacial relativamente estrecha uno de otro.

35 En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Será evidente, sin embargo, que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, estructuras y dispositivos bien conocidos no se describen con detalle exhaustivo, con el fin de evitar innecesariamente obstruir, oscurecer u ofuscar la presente invención.

### VISIÓN DE CONJUNTO

45 Las realizaciones de ejemplo aquí descritas se refieren a ampliación estereofónica. Ampliar la respuesta estereofónica se consigue en un sistema de reproducción de sonido que tiene dos o más altavoces. Se accede (por ejemplo, se recibe y se accede) a una entrada de señal estéreo al sistema de reproducción de sonido, que incluye múltiples componentes de frecuencia. Los altavoces se pueden disponer en proximidad el uno del otro. Se descorrelaciona un intervalo de las componentes de frecuencia de la señal estéreo. Por ejemplo, una realización descorrelaciona un intervalo de frecuencia relativamente alto, pero puede no descorrelacionar un intervalo de frecuencia bajo. El intervalo de frecuencia se puede descorrelacionar pre-procesando la señal estéreo. La respuesta estereofónica del sistema de reproducción de sonido se amplía, en base a la descorrelación.

50 La separación de los altavoces puede ser menos de diez a veinte centímetros (10-20 cm). Una proximidad más estrecha del altavoz puede reducir, al menos en parte, la plenitud en la respuesta estereofónica del sistema de reproducción de sonido. Sin embargo, las realizaciones funcionan para permitir la ampliación estereofónica con altavoces tan estrechamente próximos usando la descorrelación. La descorrelación se puede realizar como una función de pre-procesamiento realizada antes del procesamiento relacionado con la ampliación estéreo. El intervalo de frecuencia puede corresponder a frecuencias relativamente altas. La descorrelación puede realizarse además en frecuencias que excedan un valor de frecuencia de umbral. En una realización, el valor de frecuencia de umbral está dentro de un intervalo de frecuencias que están entre trescientos Hz (300 Hz) y tres kHz (3 kHz), inclusive.

55 Las realizaciones de la presente invención son muy adecuadas para funcionar con altavoces muy juntos (por ejemplo, un par de altavoces "izquierdo" y "derecho" separados 20 cm o menos) que, para evitar cancelación de fase y producir una respuesta de bajos adecuada por ejemplo, puede ser excitados con señales respectivas que están sustancialmente en fase a frecuencias bajas. Descorrelacionar a frecuencias altas (por ejemplo, por encima de la

frecuencia de corte de 300 Hz - 3 kHz, inclusive) puede reducir alguna posible distracción y efectos no deseados, tales como puede a veces estar asociado con un desplazamiento de la imagen central (por ejemplo, panoramización central de contenido de audio). El desplazamiento de la imagen central puede prevenir o disminuir la ampliación estéreo, y puede suceder con la descorrelación en frecuencias bajas. Por otra parte, en tanto un espectro de fuentes de sonido puede estar esparcido en el espacio, las frecuencias bajas pueden tener una ubicación algo centralizada y las frecuencias altas una extensión espacial algo mayor. Así, las realizaciones que utilizan descorrelación a frecuencias altas pueden lograr una calidad estética de sonido audiblemente perceptible.

Las realizaciones se refieren a un sistema de ampliación estéreo. La figura 1 representa un sistema de ampliación estéreo 100 de ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema de ampliación estéreo 100 tiene un módulo de filtro de descorrelación (descorrelacionador) 102, que pre-procesa una señal estéreo para ampliación. La entrada de señal estéreo puede incluir varias componentes de señal, que pueden incluir una componente de entrada de audio de canal derecho y una componente de entrada de audio de canal izquierdo.

El descorrelacionador 102 recibe y/o accede a una entrada de audio de canal izquierdo y a una entrada de audio de canal derecho. El descorrelacionador 102 realiza descorrelación en frecuencias que exceden un valor de frecuencia de umbral. La descorrelación de frecuencias más bajas puede no realizarse. En una realización, el valor de frecuencia de umbral está dentro de un intervalo de frecuencias que están entre 300 Hz y 3 kHz inclusive.

El descorrelacionador 102 además recibe y/o accede a una señal de entrada de parámetro de fuerza de efecto. La señal de entrada de parámetro de fuerza de efecto puede relacionarse con un grado de descorrelación (por ejemplo fuerza de descorrelación) y/o ganancias de escala, asociadas por ejemplo con canales o componentes del sistema 100. Por ejemplo, aumentar la fuerza de descorrelación entre los canales izquierdo y derecho puede aumentar la energía asociada con la energía del canal de diferencia y, así, puede reforzar la efectividad de la ampliación estéreo del sistema 100. El descorrelacionador 102 emite una señal de audio descorrelacionada al módulo amplificador estéreo 104.

El módulo de ampliación (amplificador) 104 recibe y/o accede a la salida descorrelacionada del descorrelacionador 102. El amplificador 104 realiza el proceso relacionado con ampliar la señal estéreo. El módulo amplificador 104 genera una señal estéreo ampliada de salida de la señal estéreo original de entrada. Así, la señal de salida estéreo puede incluir una componente de salida de audio de canal derecho y una componente de salida de audio de canal izquierdo.

El módulo amplificador 104 además recibe y/o accede a una señal de entrada de parámetro de fuerza de efecto. La señal de entrada de parámetro de fuerza de efecto puede referirse a ganancias de escala, asociadas con canales o componentes del sistema 100 y/o fuerza de descorrelación. Por ejemplo, las ganancias de escala pueden referirse a canales de suma y diferencia. Potenciar el canal de diferencia con relación con el canal de suma puede usarse para ampliar el campo estéreo.

Las realizaciones de la presente invención se pueden implementar, utilizar, desplegar y/o disponer con diversidad de dispositivos y aparatos electrónicos de audio, tales como teléfonos móviles y dispositivos portátiles. Las realizaciones pueden funcionar para aumentar significativamente la anchura de una imagen estéreo presentada con dispositivos de audio electrónicos que pueden por ejemplo tener un espaciamiento de altavoces relativamente estrecho (por ejemplo, separaciones de altavoz esperadas de menos de 10-20 cm) y/o una caída de frecuencia relativamente baja (por ejemplo, a aproximadamente 1 kHz).

Las realizaciones se pueden implementar con uno o más procesadores ejecutando instrucciones almacenadas con medios legibles por ordenador y controlando un sistema de ordenador o una reproducción de sonido sustancialmente computerizada (por ejemplo digital), dispositivos y aparatos de comunicación y creación de redes para realizar la funcionalidad de ampliación estéreo y descorrelación.

Las realizaciones se pueden implementar con circuitos y dispositivos tales como un circuito integrado (IC), que incluye (pero no se limita a) un IC de aplicación específica (ASIC), un microcontrolador, una matriz de puerta programable (FPGA) o un dispositivo lógico programable (PLD). La funcionalidad de ampliación estéreo y descorrelación asociada con las realizaciones puede acumularse a aspectos de la estructura y diseño de dispositivos tales como los ASIC. Alternativa o adicionalmente, la funcionalidad de ampliación estéreo y descorrelación puede efectuarse con instrucciones de programación, lógica de estados, y/o configuraciones de puertas lógicas aplicadas a IC programables, tales como microcontroladores, PLD y FPGA.

## 60 SISTEMAS DE AMPLIACIÓN ESTÉREO DE DESCORRELACIÓN DE EJEMPLO

Las realizaciones pueden funcionar para fomentar la descorrelación a frecuencias de audio relativamente altas, por encima de un umbral de alta frecuencia, donde el umbral está dentro de un intervalo de aproximadamente 300 Hz a 3 kHz. En una realización, además de ser fomentada a frecuencias altas, la descorrelación puede ser opcional para frecuencias más bajas.

A. EJEMPLO DE FILTRO DE CRUCE

En una realización, un descorrelacionador dependiente de la frecuencia se implementa con redes de filtros de cruce (filtros de cruce), que pueden actuar en señales de entrada de audio izquierda y derecha. La figura 2 representa un sistema de ampliación estéreo de descorrelación 200 de ejemplo con filtros de cruce 202 y 204, de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema 200 recibe y/o accede a entradas de audio derecha e izquierda. El sistema 200 accede a una entrada de audio de canal izquierdo con filtro de cruce 202. El sistema 200 accede a una entrada de audio de canal derecho con cruce 204.

Los filtros de cruce 202 y 204 dividen los espectros de audio asociados con las entradas de canal derecho e izquierdo, respectivamente, en múltiples bandas de frecuencia. Los filtros de cruce 202 y 204 pueden efectuarse con filtros activos de paso alto y de paso bajo. Los componentes de filtro de paso alto pasan frecuencias que exceden un valor de frecuencia de punto de cruce predeterminado y atenúan las frecuencias por debajo de ese valor. Los componentes de filtro de paso bajo pasan frecuencias por debajo del punto de cruce y atenúan las frecuencias por encima de ese valor.

Los filtros de cruce 202 y 204 respectivamente funcionan para separar las entradas de audio izquierda y derecha en componentes de alta y baja frecuencia. En una realización, los filtros de cruce 202 y 204 pueden ser similares (o sustancialmente idénticos). Por ejemplo, el punto de cruce de cada una de las redes 202 y 204 se puede implementar en 1 kHz. Las salidas de paso alto de los filtros de cruce 202 y 204 proporcionan entradas a un primer descorrelacionador A 210 y un segundo descorrelacionador B 212, respectivamente. El descorrelacionador A 210 y el descorrelacionador B 212 pueden tener rasgos estructurales similares y/u otras características. De manera importante, sin embargo, los descorrelacionadores 210 y 212 pueden funcionar con diferentes características operativas. Por ejemplo, el descorrelacionador 212 puede descorrelacionar a un mayor (o menor) grado que la descorrelación realizada por el descorrelacionador 210. Por ejemplo, el descorrelacionador 210 puede descorrelacionar de acuerdo con un primer valor  $g$  para un parámetro de multiplicación, mientras que la descorrelación realizada por el descorrelacionador 212 puede descorrelacionar con un segundo valor para el parámetro de multiplicación  $g'$ , por ejemplo como se describe en la ecuación 1 con referencia a la figura 6 y la figura 7, más adelante.

La salida de los componentes de filtro de paso bajo del filtro de cruce 202 se suministra a un elemento de retardo 206. La salida de los componentes de filtro de paso bajo del filtro de cruce 204 se suministra a un elemento de retardo 208. Los elementos de retardo 206 y 208 pueden imponer retardos similares.

La salida de los componentes de filtro de paso alto del filtro de cruce 202 se suministra al filtro de descorrelación (descorrelacionador) 210. La salida de los componentes de filtro de paso alto del filtro de cruce 204 se suministra al descorrelacionador 212. Los descorrelacionadores 210 y 212 realizan la descorrelación en al menos frecuencias que superan el valor de frecuencia de umbral de cruce. La descorrelación en frecuencias bajas es opcional. Aunque los descorrelacionadores pueden operar a través de todas las frecuencias, los filtros de cruce pueden funcionar para omitir los descorrelacionadores a bajas frecuencias. Los dos descorrelacionadores se utilizan para proporcionar respectivas salidas que están descorrelacionadas entre sí, de modo que la salida del descorrelacionador 210 está descorrelacionada respecto a la salida del descorrelacionador 212. Se debe apreciar que el grado en el que las salidas de cada uno del descorrelacionador 210 y el descorrelacionador 212 están descorrelacionadas puede diferir y/o ser variable.

Los filtros de descorrelación 210 y 212 reciben y/o acceden cada uno opcionalmente a una señal de entrada de parámetro de fuerza de efecto. El parámetro de fuerza de efecto puede referirse a la fuerza de descorrelación. Aumentar la fuerza de descorrelación entre los canales izquierdo y derecho puede aumentar la energía asociada con la energía del canal de diferencia y, así, puede aumentar la efectividad de la ampliación estéreo para el sistema 200.

Las salidas del elemento de retardo 206 y el filtro de descorrelación 210, que corresponden al canal de audio izquierdo, se suman con un sumador 214. Las salidas del elemento de retardo 208 y el filtro de descorrelación 212, que corresponden al canal de audio derecho, se suman con un sumador 216. Los sumadores 214 y 216 emiten cada uno señales descorrelacionadas, que proporcionan una entrada al amplificador estéreo 104, que puede funcionar sustancialmente como se describió anteriormente (por ejemplo, con referencia a la figura 1). El módulo amplificador 104 genera así señales estéreo ampliadas de salida de canal izquierdo y derecho, que corresponden a las respectivas señales estéreo descorrelacionadas de entrada.

B. EJEMPLO DE FILTRO DE CORRECCIÓN DE FASE

En una realización, un descorrelacionador relacionado con (por ejemplo, dependiente de) la frecuencia se implementa con filtros de desplazamiento de fase. La figura 3 representa un sistema de ampliación estéreo de descorrelación 300 de ejemplo con filtros de desplazamiento de fase (por ejemplo, de corrección de fase) 302 y 304. Tal como se utiliza aquí, los términos “desplazamiento de fase” y “corrección de fase” se pueden utilizar de manera intercambiable en lo referente a filtros. En una realización, los filtros de desplazamiento de fase 302 y 304 se pueden implementar con filtros de pasa todo. Aunque uno o más de los filtros de desplazamiento de fase 302 o 304 se

puede implementar como filtros de desplazamiento de fase de pasa todo como se representa en la figura 3, se debe apreciar por los técnicos expertos en campos relacionados con la reproducción de audio y la estereofonía que otros filtros (representados aquí con filtros de fase 302 y 304 en la figura 3) se pueden utilizar para una corrección de fase. El sistema 300 recibe y/o accede a las entradas de audio izquierda y derecha. El sistema 300 accede a una entrada de audio de canal izquierdo con filtro de desplazamiento de fase 302. El sistema 300 accede a una entrada de audio de canal derecho con filtro de desplazamiento de fase 304. Los filtros de desplazamiento de fase 302 y 304 actúan respectivamente sobre las señales de entrada de audio izquierda y derecha para generar salidas de señales de audio de fase desplazada correspondientes a las mismas. Se pueden utilizar filtros de corrección de fase para diferencias de fase entre canales sustancialmente nulas en bajas frecuencias. Una realización puede usar filtros de pasa todo, por ejemplo con respuestas de fase específicas. Una realización puede utilizar un único filtro de "corrección de fase" en un canal para que coincida con la fase del otro canal, por ejemplo en bajas frecuencias. En una realización, se pueden obviar las redes de cruce o corrección de fase. Por ejemplo, los descorrelacionadores pueden funcionar sobre un intervalo de frecuencia en el que no se encuentran regularmente frecuencias bajas. En este caso, puede considerarse que los filtros de corrección de fase 302 y 304 mostrados en la figura 3 no introducen cambios de amplitud o fase, son opcionales, o no están presentes. Los filtros de corrección de fase 302 y 304 pueden permitir la descorrelación selectiva de frecuencia sin filtros de cruce.

Una señal de audio de fase desplazada es proporcionada por el filtro de desplazamiento de fase 302 a un primer filtro de descorrelación (descorrelacionador) `A`310. Una señal de audio de fase desplazada es proporcionada por el filtro de desplazamiento de fase 304 a un segundo descorrelacionador `B`312. El descorrelacionador A 310 y el descorrelacionador B 312 pueden tener rasgos estructurales similares y/u otras características. De manera importante, sin embargo, los descorrelacionadores 310 y 312 pueden funcionar con diferentes características operativas. Por ejemplo, el descorrelacionador 310 puede descorrelacionar a un mayor (o menor) grado que la descorrelación realizada por el descorrelacionador 312. Por ejemplo, el descorrelacionador 310 puede descorrelacionar de acuerdo con un primer valor  $g$  para un parámetro de multiplicación, mientras que la descorrelación realizada por el descorrelacionador 312 puede descorrelacionar con un segundo valor para el parámetro de multiplicación  $g'$ , por ejemplo como se describe en la ecuación 1 con referencia a la figura 6, y la figura 7, más adelante. Los descorrelacionadores 310 y 312 realizan la descorrelación al menos en frecuencias que exceden un valor de frecuencia de umbral. El filtro de desplazamiento de fase 302 puede funcionar con el descorrelacionador 310, y el filtro de desplazamiento de fase 304 puede funcionar con el descorrelacionador 312, para dar como resultado un efecto combinado que coincide estrechamente en un intervalo de frecuencias por debajo de un umbral, donde el umbral está entre 300 Hz y 3 kHz.

Los descorrelacionadores 310 y 312 reciben y/o acceden cada uno a una señal de entrada de parámetro de fuerza de efecto. El parámetro de fuerza de efecto puede referirse a la fuerza de descorrelación. Aumentar la fuerza de descorrelación entre los canales izquierdo y derecho puede aumentar la energía asociada con la energía del canal de diferencia y, así, puede aumentar la efectividad de la ampliación estéreo para el sistema 300. Opcionalmente, el parámetro de fuerza de efecto también se puede suministrar como entrada a los filtros de desplazamiento de fase 302 y 304.

La señal de salida del filtro de descorrelación 310, que corresponde al canal de audio izquierdo, y la salida del filtro de descorrelación 312, que corresponde al canal de audio derecho, funcionan como entradas al amplificador estéreo 104. El amplificador estéreo 104 puede funcionar sustancialmente como se describió anteriormente (por ejemplo, con referencia a la figura 1). El módulo amplificador 104 genera así señales estéreo ampliadas de salida de canal izquierdo y derecho, que corresponden a las respectivas señales estéreo descorrelacionadas de entrada.

### C. ACCIÓN DE CRUCE SOBRE UN EJEMPLO CON SEÑALES DE SUMA/DIFERENCIA

En una realización, un descorrelacionador dependiente de la frecuencia se implementa con filtros de cruce, que actúan en señales de suma y diferencia. Cuando una señal de entrada de audio está en un dominio asociado con sumas y diferencias (un "dominio suma/diferencia"), la señal puede ser sometida a un pre-procesamiento adicional, tal que se puede referir a conversión, transformación o similar. Por ejemplo, una señal de entrada en el dominio suma/diferencia se puede convertir en un dominio asociado con direccionalidad de audio (por ejemplo, direcciones izquierda y derecha; un "dominio izquierda/derecha") antes de la descorrelación. En una realización, el módulo amplificador estéreo se implementa en el dominio suma/diferencia. En una realización adicional (o alternativa), el módulo amplificador estéreo se implementa en el dominio izquierda/derecha.

La figura 4 representa un sistema de ampliación estéreo de descorrelación 400 de ejemplo que también utiliza filtros de cruce, de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema 400 recibe y/o accede a entradas de audio en un dominio de suma y diferencia. El sistema 400 accede a una entrada de audio de canal de suma con filtro de cruce 402. El sistema 400 accede a una entrada de audio de canal de diferencia con filtro de cruce 404.

Los filtros de cruce 402 y 404 dividen los espectros de audio asociados con las entradas de canal de suma y diferencia, respectivamente, en múltiples bandas de frecuencia. Los filtros de cruce 402 y 404 se pueden efectuar con filtros activos de paso alto y de paso bajo. Los componentes del filtro de paso alto pasan frecuencias que exceden un valor de frecuencia de punto de cruce predeterminado y atenúan las frecuencias por debajo de ese

## ES 2 404 563 T3

valor. Los componentes de filtros de paso bajo pasan frecuencias por debajo del punto de cruce y atenúan las frecuencias por encima de ese valor.

5 Los filtros de cruce 402 y 404 respectivamente funcionan para separar las entradas de audio de suma y diferencia en componentes de frecuencia baja y alta. En una realización, los filtros de cruce 402 y 404 pueden ser similares (o sustancialmente idénticos). Por ejemplo, el punto de cruce de cada una de las redes 402 y 404 pueden ambas implementarse a 1 kHz. Las señales de salida de paso alto de los filtros de cruce 402 y 404 pueden ser procesadas de forma diferente a las señales de salida de paso bajo de los mismos.

10 La salida del componente de filtro de paso bajo del filtro de cruce 402 se suministra a un elemento de retardo 406. La salida del componente de filtro de paso bajo del filtro de cruce 404 se suministra a un elemento de retardo 408. Los elementos de retardo 406 y 408 pueden imponer retardos similares.

15 Como se utiliza aquí, el término “ajustar” se puede referir a acceder (por ejemplo, recibir y acceder) a dos señales estéreo, por ejemplo izquierda y derecha, y generar con ellas correspondientes sumas y diferencias (por ejemplo señales de suma y diferencia). Como aquí se utiliza, el término “ajustador” puede referirse a un componente (por ejemplo de un sistema de ampliación estéreo) que realiza tal función de ajuste. Como aquí se utiliza, el término “desajustar” se puede referir a acceder (por ejemplo, recibir y acceder) a dos señales previamente ajustadas, por ejemplo sumas y diferencias, y restaurarlas a señales izquierda y derecha (u otras orientadas espacialmente). Como  
20 aquí se utiliza, el término “desajustador” puede referirse a un componente (por ejemplo un sistema de ampliación estéreo) que realiza tal función de desajuste. Las salidas filtradas de paso alto de los filtros de cruce 402 y 404 se suministran a un módulo desajustador (desajustador) 418. El desajustador 418 convierte sustancialmente (por ejemplo, transforma) las señales filtradas de paso alto de suma y diferencia de cada uno de los filtros de cruce 402 y 404 (al menos temporalmente) en el dominio de izquierda y derecha. El desajustador 418 proporciona así señales desajustadas, correspondientes a cada una de las entradas de suma y diferencia de paso alto, a un primer filtro de  
25 descorrelación (descorrelacionador) A 410 y un segundo descorrelacionador B 412. El descorrelacionador A 410 y el descorrelacionador B 412 pueden tener rasgos estructurales similares y/u otras características. De manera importante, sin embargo, los descorrelacionadores 410 y 412 pueden funcionar con diferentes características operativas. Por ejemplo, el descorrelacionador 410 puede descorrelacionar a un mayor (o menor) grado que la descorrelación realizada por el descorrelacionador 412. Por ejemplo, el descorrelacionador 410 puede descorrelacionar de acuerdo con un primer valor  $g$  para un parámetro de multiplicación, mientras que la descorrelación realizada por el descorrelacionador 412 puede descorrelacionar con un segundo valor para el parámetro de multiplicación  $g'$ , por ejemplo como se describe en la ecuación 1 con referencia a la figura 6 y la figura 7, más adelante.

35 Con respecto a las entradas de parámetro de fuerza de efecto a los descorrelacionadores 410 y 412, las realizaciones pueden implementar una entrada controlable de usuario que afecta a un modo relacionado con el ancho del campo estéreo. Pueden ser implementados selectivamente dos o más niveles de modo de ancho, incluyendo por ejemplo niveles de modo medio y modo completo. Las entradas de modo de ancho pueden ajustar la fuerza de descorrelación. Aumentar la fuerza de descorrelación entre los canales izquierdo y derecho puede aumentar la energía asociada con la energía del canal de diferencia y, así, se puede usar con el sistema 400 para ampliar el campo estéreo. En una implementación de dominio izquierdo/derecho, más descorrelación entre los canales izquierdo y derecho también aumenta la energía de la energía del canal de diferencia y, así, la fuerza del efecto de ampliación estéreo.

45 Los descorrelacionadores 410 y 412 realizan la descorrelación al menos en frecuencias que exceden un valor de frecuencia de umbral. La descorrelación en frecuencias más bajas es opcional. En una realización, el valor de frecuencia de umbral está dentro del intervalo de frecuencias que están entre 300 Hz y 3 kHz, inclusive. La señal de salida del filtro de descorrelación 410, que corresponde a la señal izquierda, y la salida del filtro de descorrelación  
50 412, que corresponde a la señal derecha, se proporcionan al módulo de reajuste (ajustador) 420.

El ajustador 420 procesa las señales descorrelacionadas izquierda/derecha para generar con ellas señales de suma y diferencia descorrelacionadas. El ajustador 420 proporciona la señal de suma descorrelacionada al sumador 414 y la señal de diferencia descorrelacionada al sumador 416.

55 Las señales filtradas retrasadas de entrada de suma de baja frecuencia procedentes del elemento de retardo 406 son reinyectadas, con un desplazamiento de fase de  $180^\circ$  (grados) respecto a la señal descorrelacionada, reajustada de suma, al sumador 414. Las señales retrasadas de entrada de diferencia de paso bajo procedentes del elemento de retardo 408 son reinyectadas, con un desplazamiento de fase de  $180^\circ$  respecto a la señal descorrelacionada reajustada de diferencia, al sumador 416. Los desplazamientos de fase se pueden aproximar a  $180^\circ$ . Los desplazamientos de fase están así sustancialmente fuera de fase. El sumador 416 proporciona las señales combinadas con él a un multiplicador de suma 422. El sumador 416 proporciona las señales combinadas con él a un multiplicador de diferencia 424. Los desplazamientos de fase de  $180^\circ$  se seleccionan de manera que las componentes de señal filtradas de paso bajo se recombinen con las componentes de señal filtradas de paso alto descorrelacionadas con la máxima coincidencia de fase, en la frecuencia de cruce. Otras opciones de desplazamiento de fase (incluyendo el uso de ningún desplazamiento de fase) pueden ser apropiadas en otras

circunstancias cuando el comportamiento de los filtros de descorrelación sea diferente a la frecuencia de cruce. La elección de un desplazamiento de fase adecuado se puede realizar mediante pruebas de escucha, en las que se pueden realizar elecciones en base a la calidad subjetiva del sonido.

5 Cada multiplicador de suma 422 y multiplicador de diferencia 424 escala, atenúa o añade ganancia a las señales combinadas de suma y diferencia proporcionadas con el sumador 414 y sumador 416 respectivamente. Por ejemplo, potenciando el canal de diferencia y reduciendo el canal de suma se puede ampliar el campo estéreo. La señal de suma del multiplicador de suma 422 se proporciona a un filtro 426 de respuesta de impulso finito (FIR) de suma. La señal de diferencia del multiplicador de diferencia 424 se proporciona a un filtro 428 FIR de diferencia.

10 A una entrada de parámetro de fuerza de efecto también se puede acceder por cada uno de los multiplicadores 422 y 424 y por cada uno de los filtros FIR 426 y 428. Las realizaciones pueden implementar una entrada controlable de usuario que afecta a un modo relacionado con el ancho de campo estéreo. Dos (o más) niveles de modo de ancho que incluyen niveles de modo completo y de modo medio se pueden implementar selectivamente. Las entradas de modo de ancho pueden ajustar ganancias de los canales de suma y diferencia, así como la respuesta de impulso y otros rasgos o funciones de los filtros FIR 426 y 428. De manera importante, las ganancias aplicadas a la suma y diferencia pueden variar.

15 El filtro FIR 426 funciona sobre la señal de suma modificada. El filtro FIR 428 funciona sobre la señal de diferencia modificada. Por otra parte, cada uno de los filtros FIR 426 y 428 funcionan para proporcionar cancelación de diafonía y virtualización de altavoz. Los filtros FIR 426 y 428 junto con la función de cancelación de diafonía permiten a los oyentes percibir las señales izquierda y derecha como emanando desde fuera del espacio entre los dos altavoces.

#### D. FILTROS FIR DE EJEMPLO

25 La figura 5 representa un flujo de datos de filtro 500 de ejemplo, según una realización de la presente invención. Se puede así representar la generación de coeficientes de filtro FIR (figura 4) para los canales de suma y diferencia. Se pueden implementar filtros de cancelación de diafonía 504 con un modelo de sombra de cabeza 502. En una realización, los filtros de cancelación de diafonía 504 se pueden basar en técnicas de cancelación de diafonía, que deberían resultar familiares a los técnicos expertos en técnicas relacionadas con la tecnología de audio en general y la estereofonía en particular como al menos parecidas a las técnicas de cancelación de diafonía tales como las propuestas e implementadas por Schroeder.

30 Las funciones de transferencia relacionadas con la cabeza (HRTF), que corresponden a altavoces virtuales situados frente al oyente y separados 90°, se pueden superponer en filtros de cancelación de diafonía 506. De manera importante, los filtros de cancelación de diafonía 504 y los filtros HRTF 506 pueden ser funcionalmente combinados o dispuestos en cascada en un combinador de filtros 508. Los filtros combinados proporcionan una entrada a la protección de altavoz y corrección de ecualización (EQ) 510.

35 La EQ 510 proporciona los rasgos ecualizados y combinados de los filtros de cancelación de diafonía 504 y los filtros HRTF 506 a los filtros finales 512. Los filtros finales 512 pueden disminuir las componentes de baja frecuencia (por ejemplo, componentes con valores de frecuencia por debajo de 200 Hz), lo que puede conceder alguna protección a los altavoces frente a bajas frecuencias. Las bajas frecuencias pueden ser difíciles de reproducir con altavoces de tamaño relativamente pequeño, capacidad de manejo de potencia relativamente pequeña, u otras características diminutivas, y pueden impedir resultados en distorsión o sobrecarga.

#### EJEMPLO DE DESCORRELACIÓN BASADA EN LA FRECUENCIA

50 Las realizaciones pueden implementar las técnicas de descorrelación basada en la frecuencia (por ejemplo, dependiente de la frecuencia) como aquí se describe con varios métodos y técnicas con los que se descorrelacionan frecuencias relativamente altas. En una realización, se descorrelacionan frecuencias relativamente altas, mientras que, de manera sustancialmente simultánea, las frecuencias bajas se mantienen en fase. Para lograr la descorrelación dependiente de la frecuencia, una realización utiliza filtros de cruce con filtros de descorrelación, como en ejemplos representados aquí (por ejemplo, con referencia a la figura 2 y la figura 4). Alternativamente, una realización puede lograr descorrelación dependiente de la frecuencia mediante la eliminación o la reducción de la descorrelación en frecuencias bajas utilizando filtros de corrección de compensación, por ejemplo como se muestra en la figura 3.

60 Las realizaciones pueden utilizar descorrelación de pasa todo que puede afectar selectiva o exclusivamente a la fase de la señal. La figura 6 representa un ejemplo de filtro de descorrelación 600 de acuerdo con una realización de la presente invención. La descorrelación, como aquí se describe, puede ser relativa o significativamente eficiente desde una perspectiva computacional. Por ejemplo, los descorrelacionadores descritos aquí pueden funcionar con dos (2) derivaciones (por ejemplo, 2 multiplicaciones, 2 adiciones) y una línea de retardo, provista de un elemento de retardo 602, El sumador 604 accede a una entrada al descorrelacionador 600.

65 Los sumadores 604 y 606 pueden realizar las adiciones. Los multiplicadores 608 y 608 pueden realizar las



multiplicaciones. El multiplicador 610 comparte una entrada con el elemento de retardo 602 y proporciona con él una salida al sumador 606. La salida del elemento de retardo 602 también proporciona una entrada al multiplicador 608. El sumador 606 recibe una entrada de audio y entrada desde la salida del multiplicador 608 del elemento de retardo 602. El sumador 606 proporciona una salida del descorrelacionador 600.

5 En una realización, una función de transferencia  $H(z)$  de los filtros de descorrelación pueden describirse de acuerdo con la ecuación 1, más abajo.

$$H(z) = \frac{g + Z^{-N}}{1 + g \cdot Z^{-N}}$$

(Ecuación 1)

10 En la ecuación 1,  $g$  es un número real en el intervalo correspondiente a  $[-1, 1]$  y representa un valor asociado con una función de los multiplicadores 608 y 610, y  $N$  representa un valor de retardo que puede asociarse con el elemento de retardo 602. Por ejemplo, una implementación con un valor de retardo que corresponde a 25 muestras, tomadas sobre una señal con una frecuencia de 48 kHz, genera suficiente cambio de fase sobre altas frecuencias para descorrelacionar eficazmente la entrada de audio.

15 En una realización, descorrelacionadores similares que funcionan con diferentes valores para  $g$ , o diferentes filtros de descorrelación, se pueden utilizar en los canales izquierdo y derecho (o suma y diferencia). Por ejemplo, cada uno de los descorrelacionadores en las parejas de descorrelacionadores 210 y 212, 310 y 312, o 410 y 412 anteriores (aquí descritas respectivamente con referencia a las figuras 2, 3 y 4) pueden funcionar con un valor  $g$  y el otro descorrelacionador en cada pareja puede funcionar con el valor  $g'$ . Uno o más de los descorrelacionadores 210, 310 o 410 puede funcionar con el valor  $g$  y uno o más de los descorrelacionadores 212, 312 y 412 pueden funcionar con el valor  $g'$ . Cada uno de los descorrelacionadores 210 y 212, 310 y 312, o 410 y 412 puede tener rasgos estructurales similares y otras características. De manera importante, sin embargo, pueden cada uno funcionar con diferentes características operativas que el otro descorrelacionador dentro de cada sistema de ampliación estéreo.

20 Cuando el valor absoluto  $|g-g'| = 0$  (cero), sustancialmente no puede tener lugar ninguna descorrelación. Como  $g$  es un número real en el intervalo de  $[-1, 1]$  sobre la ecuación 1, cuando  $|g-g'| = 2$  (dos), el grado de descorrelación se puede maximizar. Una descorrelación significativa puede estar presente con valores de  $|g-g'|$  sobre un intervalo entre 0,8 y 1,6. En una realización, similares (o iguales) longitudes de retardo se pueden asociar con cada uno de los descorrelacionadores, que pueden permitir una envoltura de fase (por ejemplo, sobre una escala lineal) uniforme y sustancialmente constante. Una realización puede funcionar con descorrelacionadores que tengan retardos sustancialmente iguales y sustancialmente iguales, pero opuestos valores con signos para  $g$  y para  $g'$ , un signo positivo y el otro signo negativo. En una realización, uno (u otro) de los descorrelacionadores en cada sistema puede ser sustituido eficazmente (por ejemplo, reemplazado) con una función de retardo, en cuyo caso el desplazamiento de fase relacionado con la frecuencia puede realizarse en el único descorrelacionador. Filtrar por descorrelación de

25 manera diferente los canales de entrada de audio izquierdo y derecho crea diferencias de fase a lo ancho de frecuencia. Usando diferentes valores para  $g$  (o  $g'$ ), se pueden obtener diferentes respuestas de fase para los canales izquierdo y derecho (o dominio suma y diferencia). Variar la respuesta de fase en los canales derecho e izquierdo puede provocar una descorrelación entre canales.

40 La figura 7 representa capturas de pantalla 700 de respuestas de fase y amplitud, en una implementación de ejemplo. Las capturas de pantalla 700 incluyen un trazo de respuesta de amplitud 710 y un trazado de respuesta de fase 720, para los canales izquierdo y derecho (721 y 722 respectivamente), sobre una implementación de descorrelación, en la cual los valores  $g$  en la ecuación 1 corresponden a  $g=0,8$  para el descorrelacionador de canal izquierdo, y a  $g=-0,8$  para el descorrelacionador del canal derecho. En el trazo 710, la respuesta de amplitud 715 discurre a aproximadamente cero decibelios (dB) sobre, esencialmente, todo el intervalo de frecuencia, tanto para la respuesta de canal izquierdo como derecho. En los trazados 720, el trazo 721 corresponde al canal de audio izquierdo y el trazo 722 corresponde al canal de audio derecho. Los trazos 721 y 722 muestran que los canales izquierdo y derecho pueden compartir un punto de cruce de descorrelación en un valor de frecuencia de

45 aproximadamente 1 kHz.

50 En una realización, el grado de descorrelación se puede controlar cambiando los coeficientes  $g$  y  $g'$  asociados con los multiplicadores 608 y 610. Cambiar los coeficientes "g" puede afectar a la diferencia de fase entre canales. Los parámetros de fuerza de efecto y modos de ancho, como aquí se describen, se pueden asociar con cambios en los coeficientes de ganancia de los amplificadores 608 y 610. Así, una realización puede funcionar para controlar la

55 cantidad (por ejemplo, la fuerza) de la descorrelación cambiando el valor de los coeficientes de ganancia. Por ejemplo, un modo de ancho seleccionable (por ejemplo, programable, ajustable) se puede así implementar.

60 La figura 8 representa una captura de pantalla 800 que traza una diferencia de respuesta de fase entre los canales izquierdo y derecho con diferentes configuraciones de ganancia, en una implementación de ejemplo. El trazo 801 traza una diferencia de respuesta de fase de ejemplo entre los canales de audio con configuraciones de valor para  $g$

de 0,8 para el canal izquierdo y -0,8 para el canal derecho. El trazo 802, traza una diferencia de respuesta de fase de ejemplo entre los canales de audio con configuraciones de valor de ganancia de 0,4 para el canal izquierdo y -0,4 para el canal derecho. El trazo 801 puede así representar una respuesta de fase de "modo de ancho completo". El trazo 802 puede así representar una respuesta de fase de "modo de ancho medio". El trazo 801 y el trazo 802 comparten cada una un punto de cruce en el valor de frecuencia 1 de aproximadamente 1 kHz.

#### FILTROS DE CRUCE DE EJEMPLO

Las realizaciones pueden utilizar redes de filtros de cruce (por ejemplo, filtros de cruce 202, 204 y 402, 404; figura 2 y figura 4, respectivamente), que pueden separar componentes de intervalos de frecuencia relativamente alta y componentes de intervalos de frecuencia relativamente baja (por ejemplo, antes de la descorrelación de las componentes de frecuencia alta). La figura 9 representa un ejemplo de filtro de cruce 900, de acuerdo con una realización de la presente invención.

El filtro de cruce 900 recibe y/o accede a una señal de entrada de audio de banda completa. La señal de entrada se puede proporcionar a un filtro 901 de respuesta de impulso infinito (IIR) y a un mezclador (sumador) 902. Los filtros con características distintas a la IIR también se pueden utilizar, tal que pueden dar lugar a faldas de filtro más empinadas y concomitantemente menor superposición. En una realización, el filtro IIR 901 se implementa como un filtro IIR de segundo orden. En una realización, el filtro IIR 901 se implementa con características Butterworth. En una realización, el filtro IIR 901 se implementa como un filtro Butterworth de segundo orden. El filtro IIR también se puede implementar con características Chebyshev, Bessel, elípticas u otras IIR características. Utilizar un solo filtro IIR 901 de segundo orden y un solo mezclador 902 en una realización puede conservar fuentes computacionales asociadas con la implementación del filtro de cruce 900. El filtro de cruce 900 divide la señal de entrada de banda completa en componentes de señal de paso bajo y de paso alto.

La figura 10 representa capturas de pantalla 1000 de trazados de respuesta de fase y amplitud asociados con un filtro de cruce, en una implementación de ejemplo. Las capturas de pantalla 1000 incluyen un trazado de amplitud 1010 y un trazado de respuesta de fase 1020. El trazado de amplitud 1010 incluye un trazo de respuesta de paso bajo 1011, un trazo de respuesta de paso alto 1012, y un trazo 1015 que corresponde a la señal reconstruida. El trazado de respuesta de fase 1020 incluye un trazo de respuesta de paso bajo 1021, un trazo de respuesta de paso alto 1022, y un trazo 1025 que corresponde a la señal reconstruida.

La respuesta de filtro de paso alto puede acercarse a una pendiente de primer orden. Las realizaciones pueden utilizar un valor de frecuencia relativamente alto para un punto de cruce. Así, una respuesta de filtro de paso alto que se acerca a una pendiente de primer orden puede ser suficiente en el contexto de implementar descorrelación con la misma.

La figura 11 representa una captura de pantalla dividida 1100 de trazados de respuesta de fase y amplitud, respectivamente asociados con un filtro de descorrelación y un filtro de cruce, en una implementación de ejemplo. El segmento de captura de pantalla 1100 traza respuestas de fase asociadas con un descorrelacionador de ejemplo en el trazo 721 del canal izquierdo y el trazo 722 del canal derecho (figura 7).

Las realizaciones pueden utilizar filtros de descorrelación implementados con un período de envoltura de fase espaciada de manera sustancialmente lineal. Con un trazado logarítmico, las diferencias de fase de alta frecuencia pueden cambiar más rápidamente a frecuencias relativamente más altas que a frecuencias relativamente más bajas.

Las frecuencias por debajo de 1 kHz están sustancialmente fuera de fase en el trazado 1110. Desde una perspectiva psicoacústica, las señales de baja frecuencia izquierda y derecha descorrelacionadas y fuera de fase se pueden percibir por oyentes humanos, por ejemplo con una audición binaural sustancialmente normal, como un contenido de bajos algo debilitado. Un contenido de bajos debilitado puede resultar, al menos en parte, de la cancelación de frecuencias de bajos a través de interferencias destructivas que pueden resultar del contenido de canal fuera de fase. Por otra parte, una posición de centro de sonoridad ilusorio (por ejemplo, virtual) puede ser percibido y desplazado a un lado (u otro). Se puede percibir que desplazar el centro de sonoridad causa una experiencia de escucha algo antinatural. Así, un intervalo de diferencias de fase indeseables 1113 puede tener lugar en frecuencias por debajo de 1 kHz.

Una realización funciona para descorrelacionar frecuencias relativamente altas y para reducir, minimizar o prevenir la descorrelación de frecuencias relativamente bajas. Una realización puede implementar un punto de cruce a una frecuencia de 1 kHz, en el cual la diferencia de fase de los filtros de descorrelación entre los canales izquierdo y derecho puede ser mínima (por ejemplo, cero o aproximadamente cero), con un retardo que corresponde a una tasa de, por ejemplo, 25 muestras en un línea de retardo de descorrelacionador de 48 kHz.

El componente de filtro de alta frecuencia se puede implementar con una caída de primer orden (o una caída que se aproxime al primer orden). Así, los filtros de descorrelación pueden retener algún efecto por debajo de la frecuencia de cruce de 1 kHz. Sin embargo, el efecto de los descorrelacionadores puede disminuir con la frecuencia. En una realización, el efecto decreciente de descorrelación puede ser significativo (por ejemplo, quizá sustancial) con

frecuencias decrecientes.

5 A un 1 kHz, las salidas de descorrelacionador izquierda y derecha pueden estar sustancialmente en fase. Sin embargo, a 1 kHz, las salidas de descorrelacionador izquierda y derecha pueden estar 180° (o aproximadamente eso) fuera de fase, con respecto a la entrada del descorrelacionador. Una realización puede así reinyectar las frecuencias bajas sustancialmente fuera de fase después de la descorrelación (por ejemplo, con mezcladores 214, 216 y/o 414, 416; figura 2 y figura 4, respectivamente).

10 Una realización puede así ampliar (extender el ancho de imagen estéreo) el contenido de audio reproducido con altavoces que están separados por distancias relativamente pequeñas, tales como menos de 10 cm. La ampliación estéreo de acuerdo con una realización puede así usarse económicamente con aparatos y dispositivos tales como teléfonos móviles, asistentes digitales personales, dispositivos portátiles de reproducción de sonido tales como reproductores de MP3 (o reproductores de contenido de audio relacionado con otros codecs o conforme a otros formatos) y dispositivos de juego, otros dispositivos relacionados con el entretenimiento o portátiles, ordenadores de uso móvil y de bolsillo, y similares. En una realización, los filtros para compensar la respuesta de frecuencia del altavoz pueden incluirse con filtros FIR (por ejemplo, filtros FIR 426, 428; figura 4). Así, las realizaciones pueden ser personalizadas, tal como para ajustar (por ejemplo, maximizar) el efecto de ampliación estéreo y/o para adaptarse a una variedad de micrófonos, auriculares y similares, que se pueden utilizar con teléfonos móviles y otros dispositivos y aparatos.

20

#### EQUIVALENTES, EXTENSIONES, ALTERNATIVAS Y MISCELÁNEAS

25 Así se describen realizaciones de ejemplo de ampliación estéreo. En la memoria descriptiva que antecede, se han descrito realizaciones de la presente invención con referencia a numerosos detalles específicos que pueden variar de implementación a implementación. Así, el único y exclusivo indicador de lo que es la invención, y está destinado a ser la invención por los solicitantes, es el conjunto de reivindicaciones que emanan de esta solicitud. Cualquier definición expresamente definida en este documento para términos contenidos en tales reivindicaciones regirá el significado de tales términos tal como se utiliza en las reivindicaciones. Por consiguiente, ninguna limitación, elemento, propiedad, característica, ventaja o atributo que no esté expresamente enumerada en una reivindicación, debe limitar el alcance de tal reivindicación de ninguna manera. La memoria descriptiva y los dibujos han de considerarse, en consecuencia, en un sentido ilustrativo más que restrictivo.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Un método que comprende las etapas de:

5 - acceder a una entrada de señal estéreo a un sistema de reproducción de sonido que incluye al menos dos altavoces;

en el que la señal estéreo incluye una pluralidad de componentes de frecuencia; y

10 en el que al menos dos altavoces están dispuestos en proximidad espacial entre sí;

- descorrelacionar un intervalo de alta frecuencia de las componentes de frecuencia, en el que el intervalo de alta frecuencia corresponde a frecuencias altas por encima de una frecuencia de umbral;

15 en el que dicha frecuencia de umbral está entre 300 Hz y 3 kHz, a la vez que no se descorrelaciona un intervalo de frecuencia más bajo; y

- ampliar una respuesta estereofónica del sistema de reproducción de sonido en base a la etapa de descorrelación.

20 2. El método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:

- pre-procesar la señal estéreo;

en el que la etapa de pre-procesamiento incluye la etapa de descorrelación.

25 3. El método según la reivindicación 1, en el que la proximidad corresponde a una separación de los al menos dos altavoces que, antes de la etapa de la descorrelación, al menos reduce parcialmente la cualidad de plenitud asociada con la respuesta estereofónica.

30 4. Un sistema de reproducción de sonido, que comprende:

- medios para acceder a una señal estéreo;

en el que la señal estéreo incluye una pluralidad de componentes de frecuencia; y

35 - medios para descorrelacionar un intervalo de alta frecuencia de las componentes de frecuencia;

en el que el intervalo de alta frecuencia descorrelacionado corresponde a frecuencias altas por encima de una frecuencia de umbral;

40 en el que dicha frecuencia de umbral está entre 300 Hz y 3 kHz, a la vez que no se descorrelaciona un intervalo de frecuencia más bajo, y

45 - medios para ampliar una respuesta estereofónica del sistema de reproducción de sonido en base a una función de los medios de descorrelación.

5. El sistema según la reivindicación 4, que comprende además:

- medios para pre-procesar la señal estéreo;

50 en el que los medios de pre-procesamiento incluyen los medios de descorrelación; y

en el que los medios de pre-procesamiento comprenden además medios para filtrar la entrada de señal estéreo.

55 6. El sistema según la reivindicación 5, en el que los medios de filtrado comprenden al menos uno de:

- un filtro de cruce, o

- un filtro de corrección de fase;

60 en el que los medios de filtrado separan el intervalo de frecuencia de descorrelación de otro intervalo de frecuencia.

7. El sistema según la reivindicación 6, en el que el otro intervalo de frecuencia comprende una componente de frecuencia que tiene un valor de frecuencia por debajo del del intervalo de frecuencia de descorrelación, y en el que los medios de pre-procesamiento además comprenden medios para añadir un retardo al valor de frecuencia que está por debajo del del intervalo de frecuencia de descorrelación.

65

8. El sistema según la reivindicación 4, en el que el sistema funciona en uno o más de:

5 un dominio que está basado en componentes de direccionalidad que están asociados con la entrada estéreo, o  
un dominio que está basado en sumas y diferencias, que están asociadas con la entrada estéreo.

9. El sistema según la reivindicación 8, en el que, para un dominio que está basado en sumas y diferencias asociadas con la señal estéreo, el sistema comprende además uno o más de:

10 medios para desajustar la entrada estéreo antes de una función de los medios de descorrelación en el dominio basado en la direccionalidad:

15 medios para reajustar una señal descorrelacionada desde los medios de descorrelación de vuelta al dominio de sumas y diferencias; o

medios para mezclar una señal reajustada de los medios de desajuste con el valor de frecuencia de retardo, que está por debajo del del intervalo de frecuencia de descorrelación.

20 10. Un método para modificar una entrada estéreo que incluye señales de entrada izquierda y derecha, para proporcionar una impresión ampliada cuando se reproduce a través de un par de altavoces que están separados menos de 20 cm, y comprendiendo el método los pasos de:

25 - modificar dichas señales de entrada izquierda y derecha, con un proceso de descorrelación, para producir una señal de canal izquierdo descorrelacionada y una señal de canal derecho descorrelacionada;

30 en el que dicha señal de canal izquierdo descorrelacionada se varía en fase en relación a dicha señal de entrada izquierda de acuerdo con una respuesta de fase de canal izquierdo, y dicha señal de canal derecho descorrelacionada se varía en fase en relación a dicha señal de entrada derecha de acuerdo con una respuesta de fase de canal derecho,

- modificar dicha señal de canal izquierdo descorrelacionada y dicha señal de canal derecho descorrelacionada por mediación de un proceso de ampliación estéreo, y

35 - alimentar salidas de dicho proceso de ampliación estéreo a dicho par de altavoces;

40 en el que dicha respuesta de fase de canal izquierdo coincide estrechamente con dicha respuesta de fase de canal derecho a frecuencias por debajo de una frecuencia de umbral, y dicha respuesta de fase de canal izquierdo difiere de dicha respuesta de fase de canal derecho en frecuencias por encima de dicha frecuencia de umbral, en el que dicha frecuencia de umbral está entre 300 Hz y 3 kHz.

Ejemplo Sampe 100

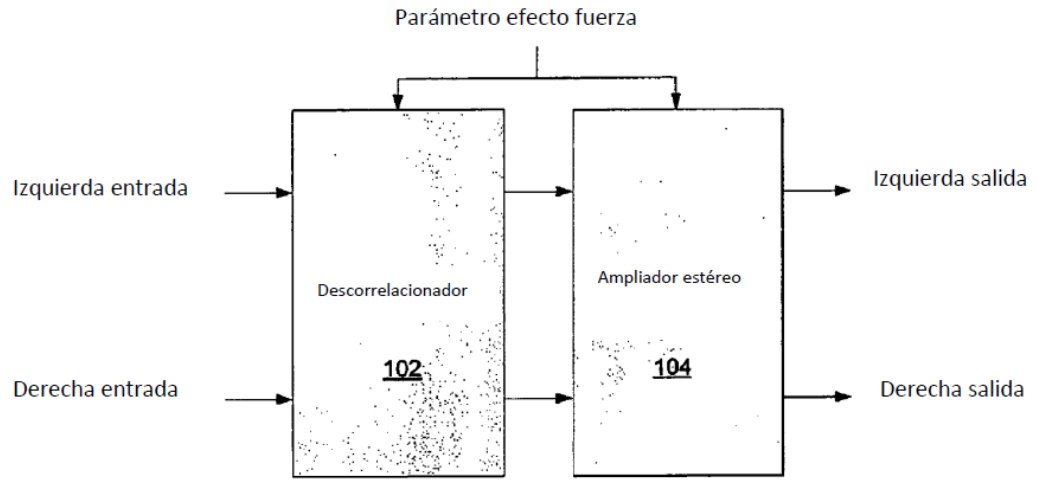


FIG. 1

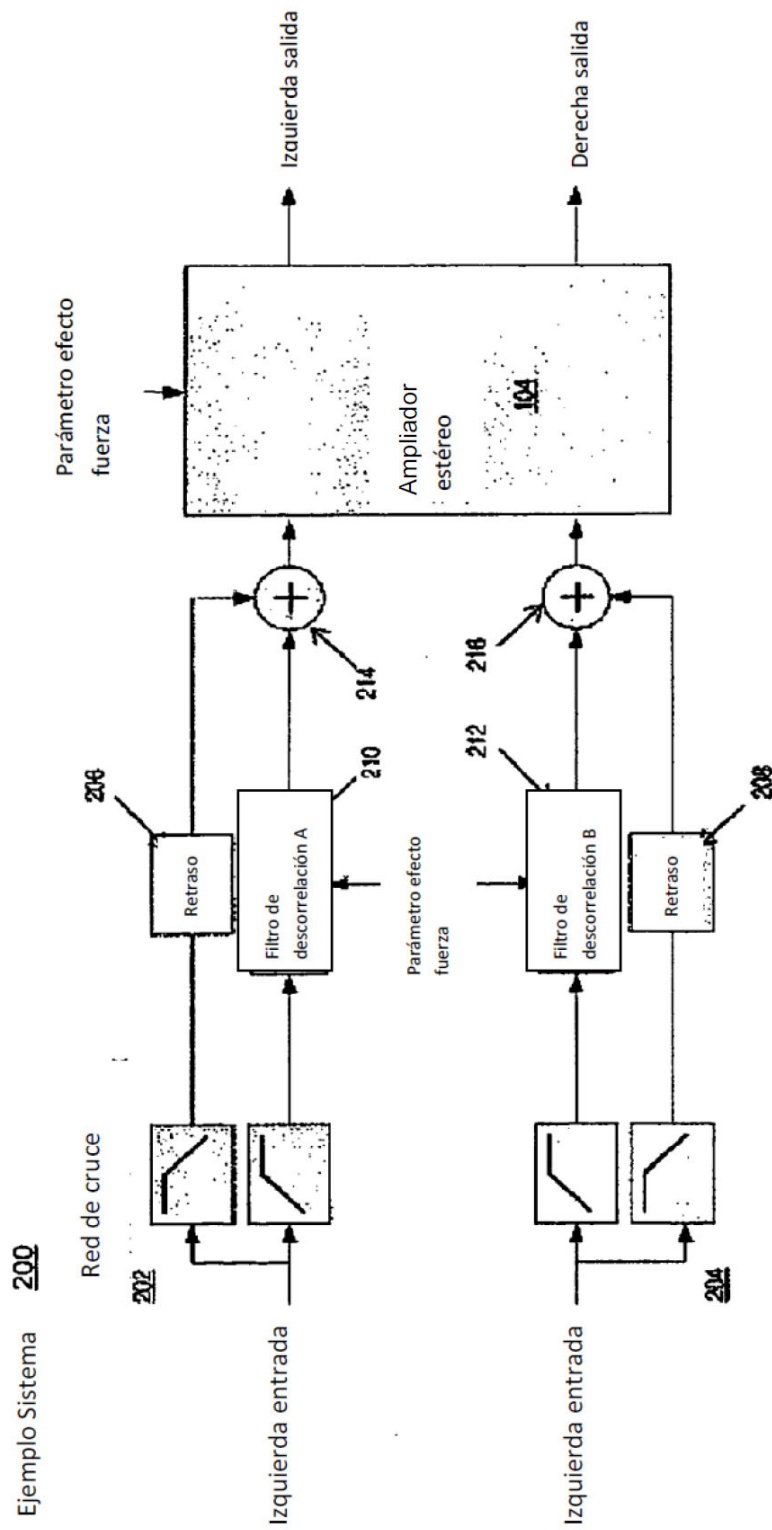
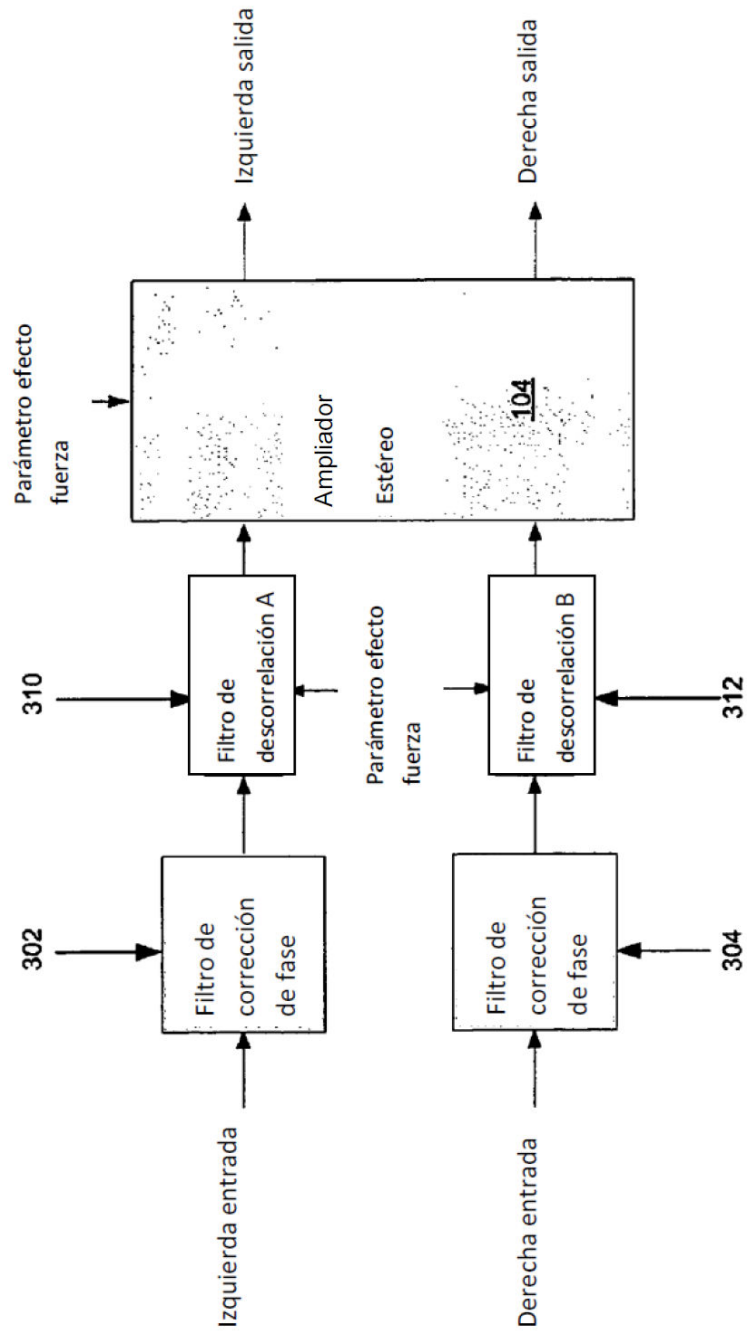


FIG. 2

Ejemplo Sistema 300



**FIG. 3**



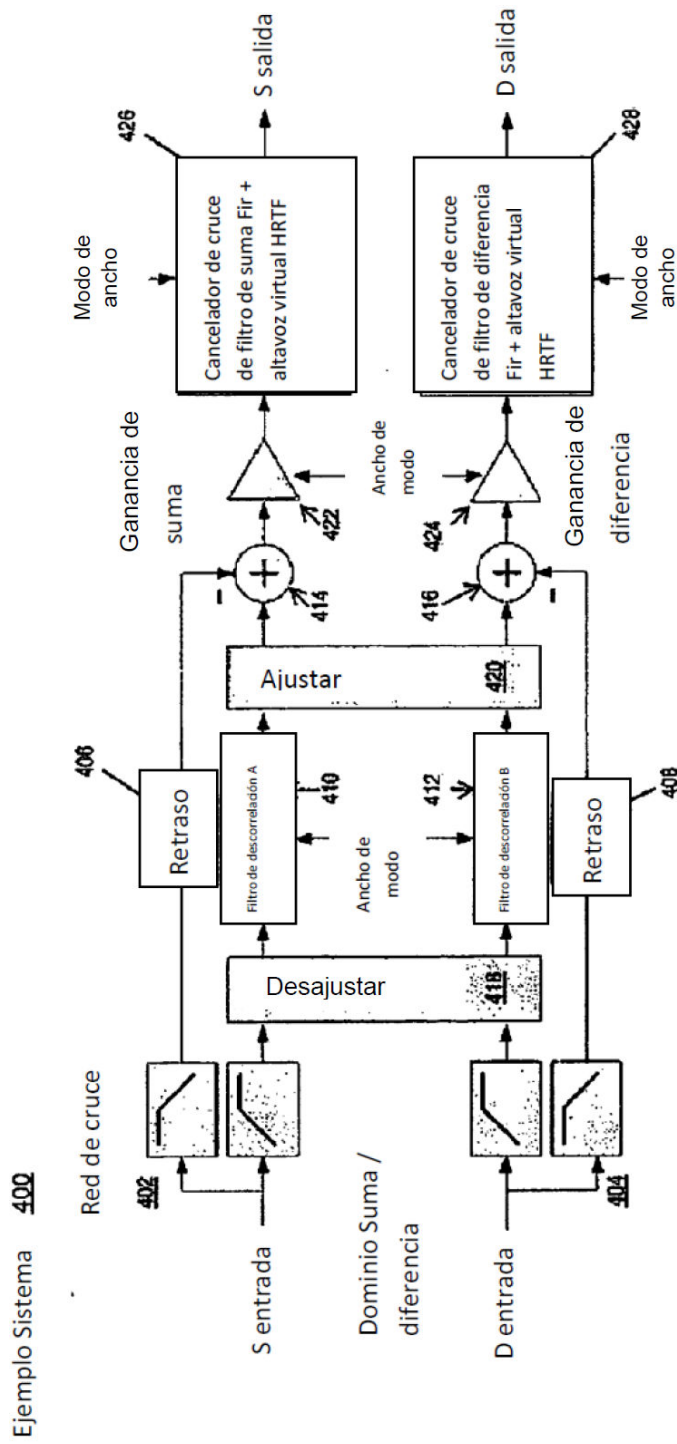


FIG. 4

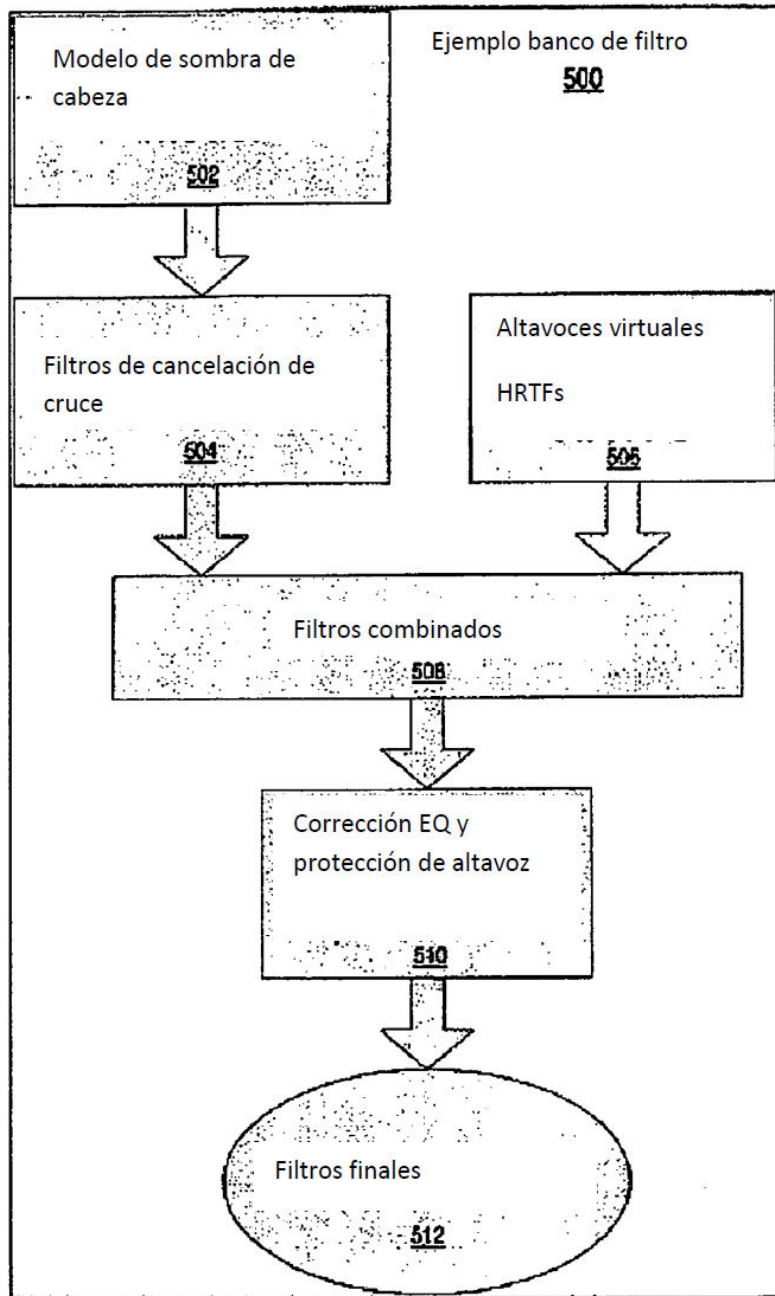


FIG. 5

Ejemplo de filtro de  
descorrelación

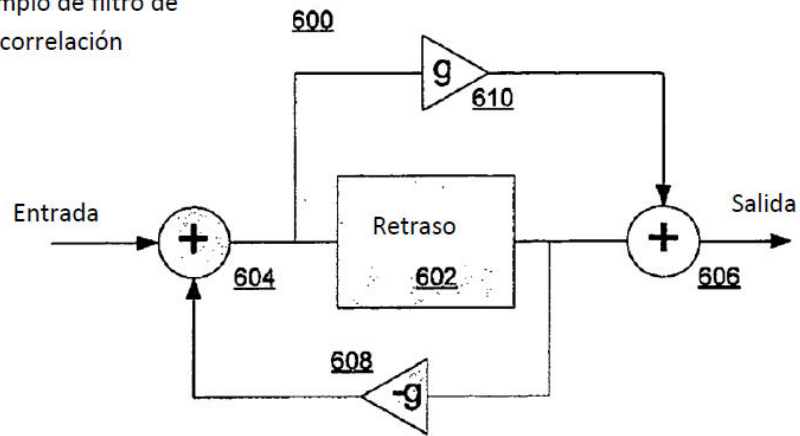


FIG. 6

Ejemplo Respuestas de fase y amplitud 700

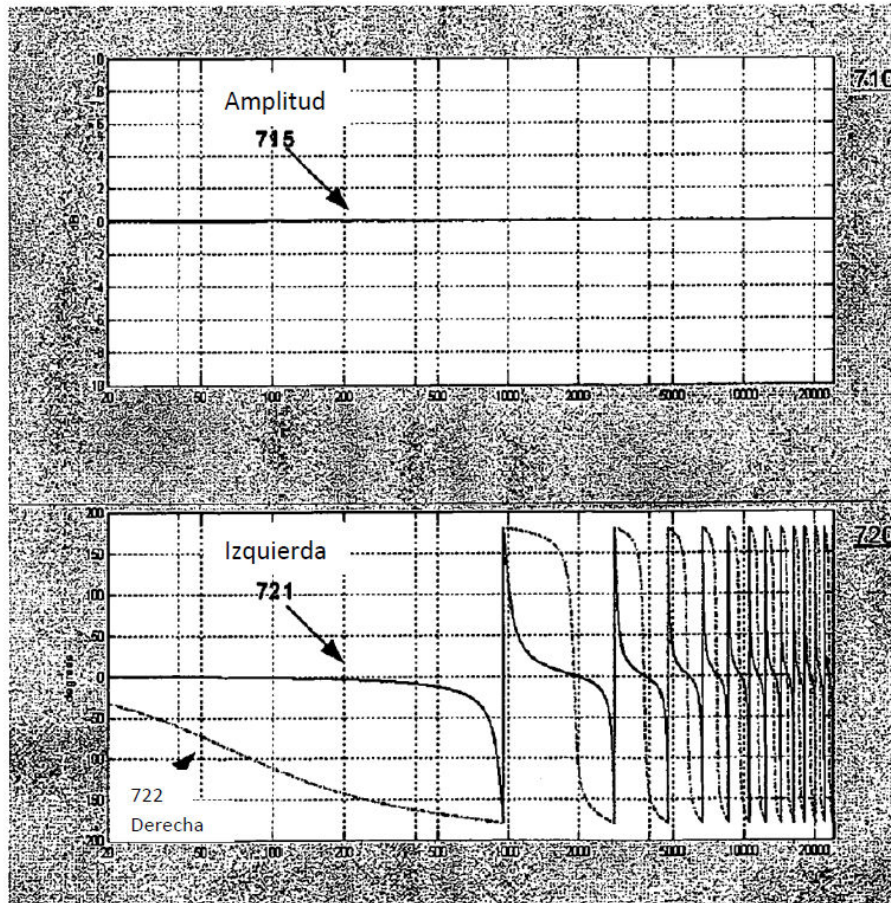


FIG. 7

Ejemplo de Respuesta de Fase con Diferentes Configuraciones del Multiplicador 800

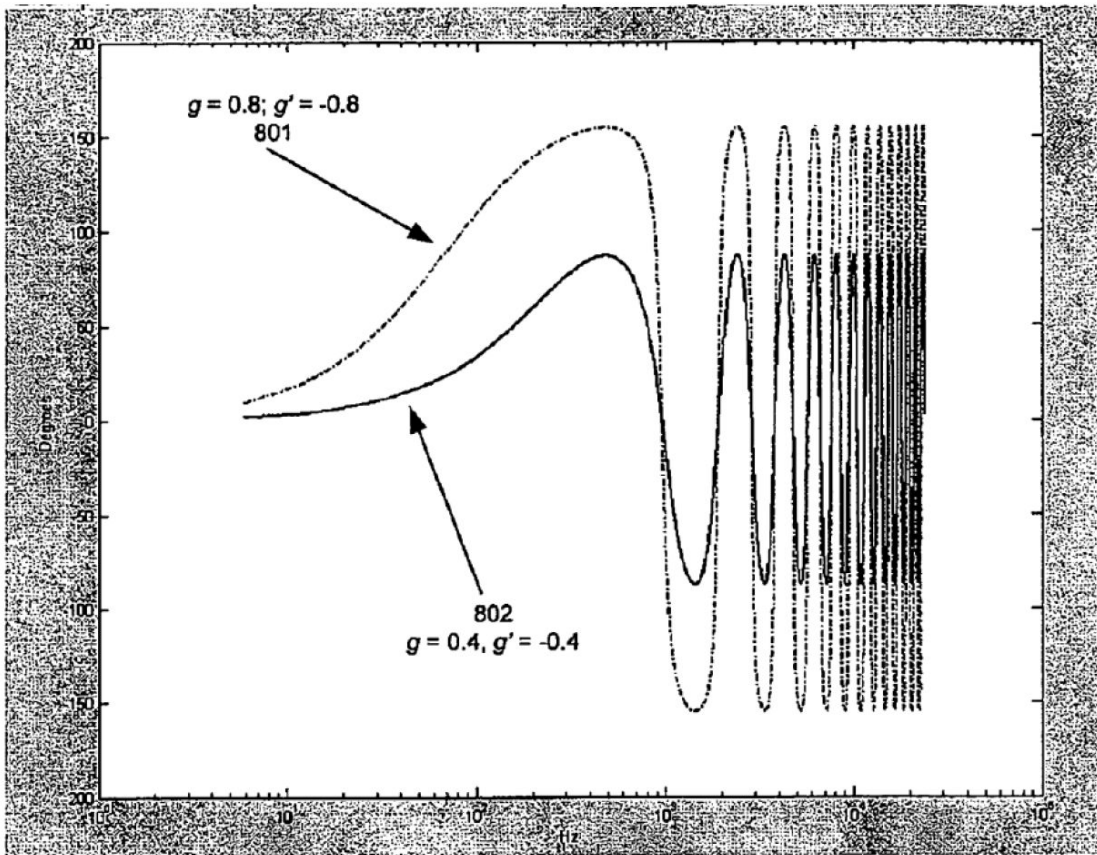


FIG. 8

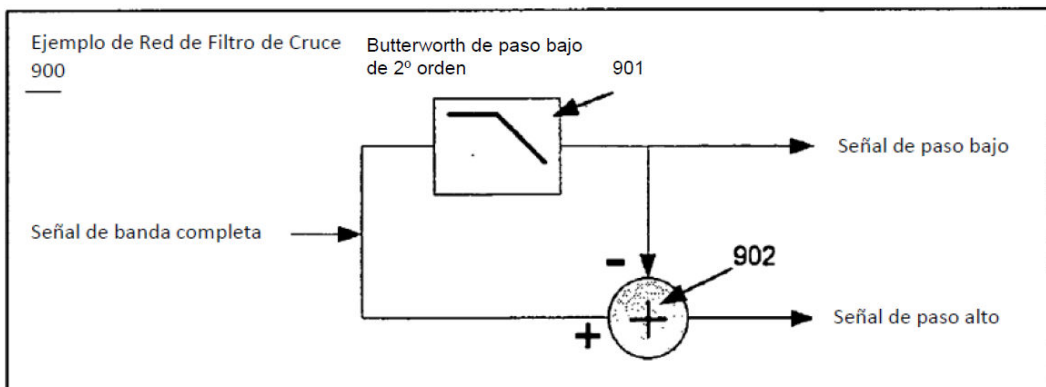


FIG. 9

Ejemplo de Amplitud de Red de Filtro de Cruce y Respuesta de Fase 1000

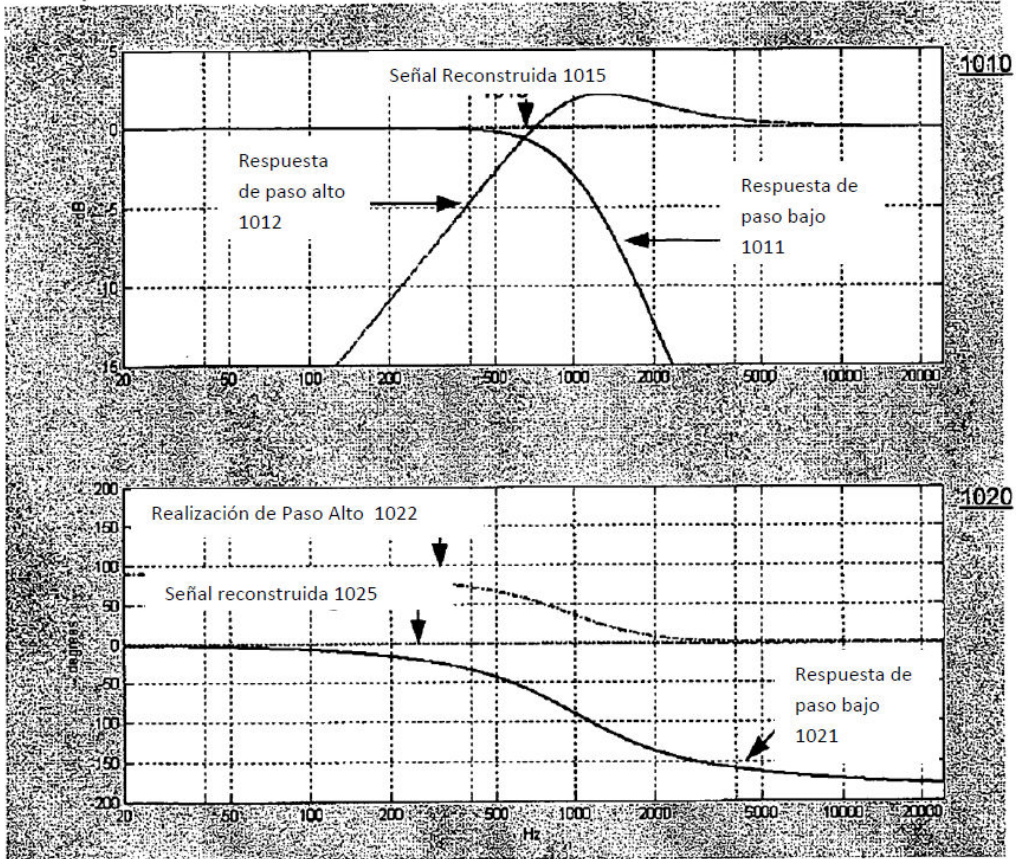


FIG. 10

Ejemplo de descorrelación de Respuesta de Filtro de Fase y Amplitud de Filtro de Cruce 1100

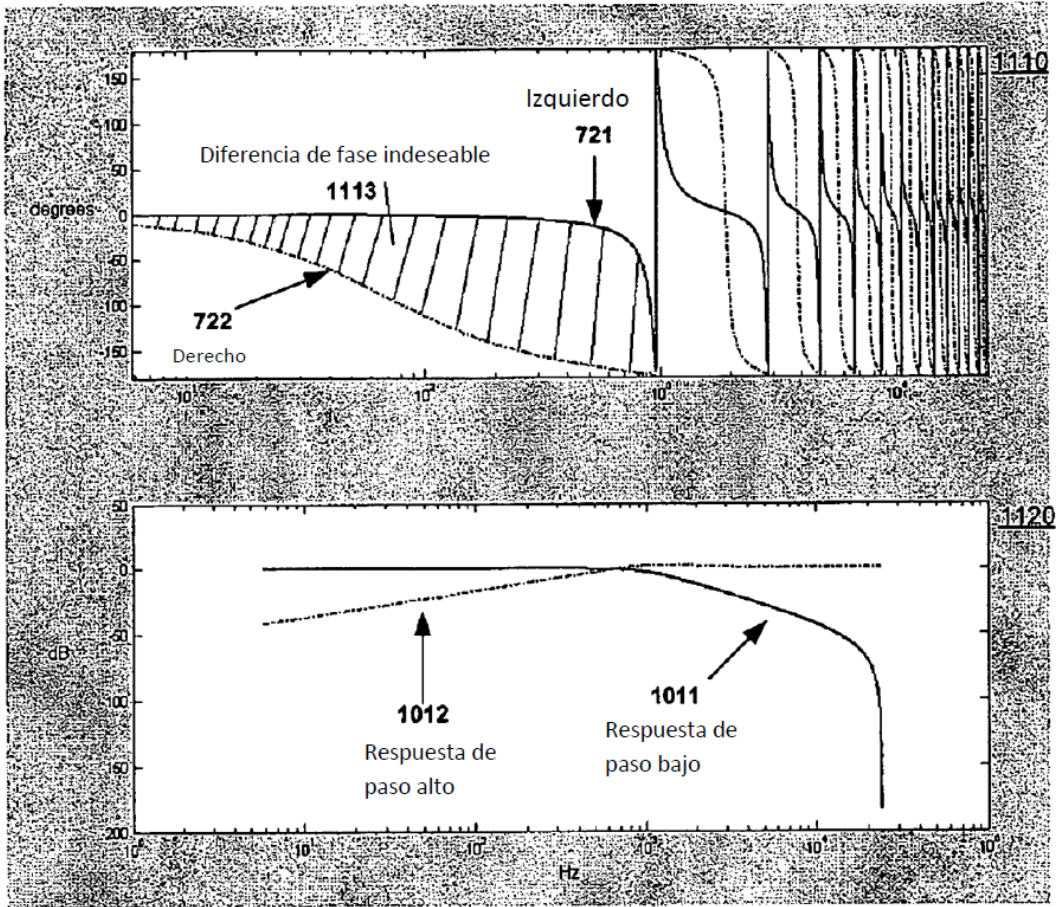


FIG. 11