

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 007 577**

51 Int. Cl.:

H03F 3/183 (2006.01)
H03G 3/30 (2006.01)
H03G 7/00 (2006.01)
G06F 3/00 (2006.01)
H03F 3/45 (2006.01)
H03G 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.03.2022** **PCT/GB2022/050736**
87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2022** **WO22200794**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.03.2022** **E 22714514 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024** **EP 4238214**

54 Título: **Interfaz de audio**

30 Prioridad:

26.03.2021 GB 202104341

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
20.03.2025

73 Titular/es:

AUDOO LIMITED (100.00%)
Floor 4 35 King Street Covent Garden
London WC2E 8JG, GB

72 Inventor/es:

CLAY, OLIVER JAMES

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 007 577 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

Interfaz de audio

Campo de invención

5 La presente solicitud se refiere a interfaces de audio y, más específicamente, a dispositivos de interfaz de audio configurados para normalizar automáticamente una señal de audio.

Antecedentes

10 Tradicionalmente, introducir una señal de audio en un ordenador desde una fuente de audio requiere el uso de distintos adaptadores en función del voltaje del audio que se está introduciendo. Por ejemplo, un micrófono tiene una señal muy pequeña, una "salida de línea" suele ser de 2 a 10 V_{RMS}, mientras que las conexiones de salida de los altavoces pueden alcanzar hasta 120 V_{RMS} para redes de altavoces de voltaje constante de 70/100 V. Es decir, para conectar distintas fuentes de audio a un ordenador se requiere el uso de distintos adaptadores. Las tarjetas de sonido y los dispositivos de entrada de audio suelen estar diseñados para ser el punto final de una señal y, por tanto, tienen una impedancia fija que permite una buena transferencia de la señal. El conectar múltiples entradas a una salida puede provocar cambios de amplitud en la línea si el controlador no tiene suficiente potencia para hacer frente a múltiples drenajes.

15 La presente invención aborda estas cuestiones entre otras.

El documento US 2002/126860 A1 describe la compresión de rango dinámico de una señal de audio. Las muestras de audio se comprimen dinámicamente hasta valores dentro de un rango dinámico permitido mediante ajustes graduales de la ganancia aplicada a la señal. Una unidad de compresión de rango dinámico recibe una entrada de audio y le aplica una ganancia según una señal de control al ajustar una salida de audio, que tiene valores de amplitud mínimos y máximos permitidos dentro de un rango deseado. La señal de control generada provee ajustes graduales del volumen antes de las porciones fuertes o silenciosas de la señal para llevar los volúmenes máximo y mínimo dentro al rango.

20 El documento GB 2 429 346 A describe que si la amplitud de una señal de audio de salida en un período de muestra es superior a una amplitud máxima de salida en cualquier momento, se procesa una señal de audio de entrada disminuyendo todo el nivel de la señal de audio de entrada en la misma cantidad de modo que la amplitud de toda la señal de audio de salida en el período de muestra sea igual o inferior a la amplitud máxima de salida.

Compendio de la invención

30 En un primer aspecto, se provee un sistema de interfaz de audio configurado para recibir una señal de audio de una línea de audio y emitir una señal de audio normalizada, en donde el sistema de interfaz de audio comprende un dispositivo de interfaz de audio que comprende: un módulo de acondicionamiento de señal que comprende un módulo de ganancia configurado para aplicar una ganancia a la señal de audio y un módulo de atenuación configurado para aplicar una atenuación a la señal de audio para emitir la señal de audio normalizada, y una interfaz configurada para comunicar la señal normalizada con un dispositivo externo, en donde, en respuesta a que el sistema de interfaz de audio determina que una amplitud de la señal de audio no cumple con un requisito de amplitud mínima o excede un requisito de amplitud máxima, el módulo de acondicionamiento de señal está configurado para ajustar la amplitud de la señal de audio aplicando la ganancia y la atenuación para emitir la señal de audio normalizada que tiene una amplitud que cumple con el requisito de amplitud mínima y no excede el requisito de amplitud máxima.

40 De esta manera, las señales de audio pueden recibirse en un rango de voltajes, y estos voltajes pueden normalizarse de modo que un único dispositivo de interfaz de audio pueda usarse para líneas de audio correspondientes a una matriz de diferentes tipos de dispositivos. Como tal, el sistema provee un enfoque de "talla única" para monitorear señales de audio, y se evita la necesidad de diferentes adaptadores para diferentes fuentes de audio o diferentes puntos en una línea de audio.

El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para reducir la atenuación aplicada por el módulo de atenuación, aumentar la ganancia aplicada por el módulo de ganancia o, preferiblemente, apagar un limitador de corriente, cuando una muestra de la señal de audio no cumple con el requisito de amplitud mínima.

45 De esta manera, el sistema puede ajustar los parámetros en el módulo de acondicionamiento de señal de tal manera que se pueda lograr una señal de audio de mayor calidad desde una fuente de bajo volumen/bajo voltaje normalizando la señal recibida para aumentar la amplitud.

Preferiblemente, el sistema de interfaz de audio está configurado para determinar que la amplitud no cumple con el requisito de amplitud mínima cuando la amplitud de la señal de audio en la muestra está por debajo de un primer umbral.

50 Preferiblemente, el primer umbral es un valor mínimo permisible de amplitud pico de la señal de audio en la muestra. Alternativamente, el primer umbral es un valor mínimo permisible de RMS (raíz cuadrática media, RMS, por sus siglas en inglés) de la señal de audio en la muestra.

El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para reducir la atenuación aplicada por el módulo de

atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima, o hasta que la atenuación se reduzca a un mínimo.

- 5 De esta manera, la atenuación se reduce gradualmente hasta que se obtiene una señal de audio de salida de calidad adecuada o el nivel de atenuación alcanza un mínimo (p. ej., cuando se apaga el atenuador). Esta disminución gradual permite reducir gradualmente la atenuación, sin reducirla tanto que la amplitud de la señal sea demasiado alta.

El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar la ganancia aplicada por el módulo de ganancia repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima.

- 10 De esta manera, la ganancia se va incrementando de forma gradual hasta conseguir una señal de audio de salida de calidad adecuada. Este aumento gradual permite aumentar la ganancia de forma gradual, sin aumentarla tanto que la amplitud de la señal sea demasiado alta.

El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar solo la ganancia aplicada por el módulo de ganancia cuando la atenuación aplicada por el módulo de atenuación es mínima y una muestra de la señal de audio no cumple con el requisito de amplitud mínima.

- 15 De esta manera, la ganancia solo se aplica después de que la atenuación se haya ajustado al mínimo. Esto evita que el módulo de ganancia y el módulo de atenuación compitan entre sí, ahorrando así energía, porque la ganancia no se está aplicando a un nivel superior para superar la atenuación que también se está aplicando.

- 20 El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para disminuir la ganancia aplicada por el módulo de ganancia y aumentar la atenuación aplicada por el módulo de atenuación, cuando una muestra de la señal de audio excede el requisito de amplitud máxima.

De esta manera, el sistema puede ajustar los parámetros en el módulo de acondicionamiento de señal de tal manera que se pueda lograr una señal de audio de mayor calidad desde una fuente de alto volumen/alto voltaje normalizando la señal recibida para reducir la amplitud.

- 25 Preferiblemente, el sistema de interfaz de audio está configurado para determinar que la amplitud excede el requisito de amplitud máxima cuando la amplitud de la señal de audio en la muestra cumple o excede un segundo umbral.

Preferiblemente, el segundo umbral es un valor máximo de amplitud pico permisible de la señal de audio en la muestra, en el cual o por encima del cual la señal de audio se corta. Preferiblemente, el segundo umbral se cumple/supera cuando un único pico de la señal de audio en la muestra se corta; alternativamente, el segundo umbral se cumple/supera cuando un número predeterminado (mayor que uno) de picos de la señal de audio en la muestra se corta.

- 30 Preferiblemente, el valor del segundo umbral es mayor que el valor del primer umbral.

El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para disminuir la ganancia aplicada por el módulo de ganancia repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio no exceda el requisito de amplitud máxima, o hasta que la ganancia se reduzca a un mínimo.

- 35 De esta manera, la ganancia se reduce gradualmente hasta que se obtiene una señal de audio de salida de calidad adecuada o el nivel de ganancia alcanza un mínimo (p. ej., cuando se apaga el módulo de ganancia/amplificador). Esta disminución gradual permite reducir gradualmente la ganancia, sin reducirla tanto que la amplitud de la señal sea demasiado baja.

- 40 El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar la atenuación aplicada por el módulo de atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio no exceda el requisito de amplitud máxima.

De esta manera, la atenuación se va incrementando de forma gradual hasta conseguir una señal de audio de salida de calidad adecuada. Este aumento gradual permite aumentar la atenuación de forma gradual, sin aumentarla tanto que la amplitud de la señal se vuelva demasiado baja.

- 45 El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar solo la atenuación aplicada por el módulo de atenuación cuando la ganancia aplicada por el módulo de ganancia está en un mínimo y una muestra de la señal de audio excede el requisito de amplitud máxima.

De esta manera, la atenuación solo se aplica después de que la ganancia se haya ajustado al mínimo. Esto evita que el módulo de atenuación y el módulo de ganancia compitan entre sí, ahorrando así energía, porque la atenuación no se está aplicando a un nivel superior para superar la ganancia que también se está aplicando.

- 50 Preferiblemente, el módulo de acondicionamiento de señal está configurado para ingresar a una configuración segura al encender o reiniciar el dispositivo de interfaz de audio, en donde en la configuración segura el módulo de acondicionamiento de señal está configurado para establecer la atenuación aplicada por el módulo de atenuación a

un máximo y establecer la ganancia aplicada por el módulo de ganancia a un mínimo.

Quando un dispositivo de interfaz se conecta a una fuente de audio de alto voltaje, existe el riesgo de dañar los componentes debido al alto voltaje de la señal de audio recibida. Al configurar la atenuación aplicada por el módulo de atenuación al máximo y la ganancia aplicada por el módulo de ganancia al mínimo, el dispositivo de interfaz de audio y el dispositivo externo quedan protegidos frente a altos voltajes antes de que se realice la conexión, en lugar de determinar que la fuente de alto voltaje puede causar daños después de que ya se haya conectado.

Preferiblemente, en la configuración segura, el módulo de acondicionamiento de señal está configurado además para activar un limitador de corriente.

Preferiblemente, el dispositivo de interfaz de audio comprende un módulo de digitalización configurado para convertir la señal de audio normalizada en una señal de audio digital.

De esta manera, la señal digital puede ser procesada por el dispositivo externo sin que el dispositivo externo necesite convertir una señal analógica en una señal digital, minimizando así los requisitos que debe cumplir el dispositivo externo.

Preferiblemente, el módulo de digitalización es un digitalizador de audio, por ejemplo integrado en una tarjeta de sonido, o un convertidor analógico-digital.

Preferiblemente, el dispositivo de interfaz de audio comprende un aislador óptico digital configurado para recibir la señal de audio digital del módulo de digitalización y para aislar la señal de audio digital para proveer un aislamiento entre un lado analógico del dispositivo de interfaz de audio y un lado digital del dispositivo de interfaz de audio.

De esta manera, se puede utilizar el aislamiento óptico para aislar la señal de audio, mejorando así la calidad de la señal de salida.

Preferiblemente, el dispositivo de interfaz de audio comprende un transformador de audio configurado para aislar eléctricamente la señal de audio o la señal de audio normalizada.

De esta manera, el aislamiento magnético se puede utilizar para aislar la señal de audio antes o después de la normalización, mejorando así la calidad de la señal de salida.

Preferiblemente, el transformador de audio está dispuesto antes del módulo de acondicionamiento de señal para aislar eléctricamente la señal de audio. Alternativamente, el transformador de audio está dispuesto después del módulo de acondicionamiento de señal para aislar eléctricamente la señal de audio normalizada.

Preferiblemente, el dispositivo de interfaz de audio está configurado para recibir la señal de audio de una intervención telefónica en la línea de audio.

De esta manera, el dispositivo de interfaz de audio puede conectarse a la línea de audio de cualquier sistema de audio comúnmente disponible de una manera que no afecta la conexión actual del sistema de audio.

Preferiblemente, el dispositivo de interfaz de audio comprende un puerto de datos configurado para conectarse a la interfaz digital de un segundo dispositivo de interfaz de audio para conectar en cadena margarita el dispositivo de interfaz de audio y el segundo dispositivo de interfaz de audio.

De esta manera, se pueden monitorizar múltiples líneas de audio en un solo sistema sin disposiciones complejas de conexión.

Preferiblemente, el sistema de interfaz de audio comprende múltiples dispositivos de interfaz de audio conectados en cadena margarita mediante sus respectivos puertos de datos.

De esta manera, un dispositivo externo puede monitorear múltiples líneas de audio mientras usa solo un puerto de datos (p. ej., un puerto USB) en lugar de ocupar un puerto de datos para cada dispositivo de interfaz de audio. Esto permite que se monitoreen múltiples líneas de audio en un solo dispositivo externo.

Preferiblemente, el sistema comprende además el dispositivo externo.

Preferiblemente, la señal de audio recibida es una señal de audio analógica.

Preferiblemente, la interfaz es una interfaz digital.

En un segundo aspecto, se provee un método de normalización de señales de audio, comprendiendo el método: recibir, en un sistema de interfaz de audio que comprende un dispositivo de interfaz de audio, una señal de audio de una línea de audio; determinar que una amplitud de la señal de audio no cumple con un requisito de amplitud mínima o excede un requisito de amplitud máxima; normalizar, mediante un módulo de acondicionamiento de señal del dispositivo de interfaz de audio, la señal de audio ajustando la amplitud de la señal de audio aplicando ganancia a la señal de audio mediante un módulo de ganancia del módulo de acondicionamiento de señal, y aplicando atenuación a la señal de audio mediante un módulo de atenuación del módulo de acondicionamiento de señal, para generar una

señal de audio normalizada que tiene una amplitud que cumple con el requisito de amplitud mínima y no excede el requisito de amplitud máxima; y comunicar, mediante una interfaz del dispositivo de interfaz de audio, la señal de audio normalizada con un dispositivo externo.

- 5 De esta manera, las señales de audio pueden recibirse en un rango de voltajes, y estos voltajes pueden normalizarse de modo que un único dispositivo de interfaz de audio pueda usarse para líneas de audio correspondientes a una matriz de diferentes tipos de dispositivo. Como tal, el sistema provee un enfoque de "talla única" para monitorear señales de audio, y se evita la necesidad de diferentes adaptadores para diferentes fuentes de audio o diferentes puntos en una línea de audio.
- 10 Preferiblemente, determinar que la amplitud no cumple con el requisito de amplitud mínima comprende determinar que la amplitud de la señal de audio en una muestra de la señal de audio está por debajo de un primer umbral.

Preferiblemente, el primer umbral es un valor mínimo permisible de amplitud pico de la señal de audio en la muestra. Alternativamente, el primer umbral es un valor mínimo permisible de RMS (raíz cuadrática media) de la señal de audio en la muestra.
- 15 Preferiblemente, determinar que la amplitud excede el requisito de amplitud máxima comprende determinar que la amplitud de la señal de audio en una muestra de la señal de audio cumple o excede un segundo umbral.

Preferiblemente, el segundo umbral es un valor máximo de amplitud pico permisible de la señal de audio en la muestra, en el cual o por encima del cual la señal de audio se corta. Preferiblemente, el segundo umbral se cumple/supera cuando un único pico de la señal de audio en la muestra se corta; alternatively, el segundo umbral se cumple/supera cuando un número predeterminado (mayor que uno) de picos de la señal de audio en la muestra se corta.
- 20 Preferiblemente, el valor del segundo umbral es mayor que el valor del primer umbral.

La normalización de la señal de audio comprende: determinar que una muestra de la señal de audio no cumple un requisito de amplitud mínima; y reducir la atenuación aplicada por el módulo de atenuación; aumentar la ganancia aplicada por el módulo de ganancia; o preferiblemente apagar un limitador de corriente del módulo de acondicionamiento de señal.
- 25 De esta manera, el sistema puede ajustar los parámetros en el módulo de acondicionamiento de señal de tal manera que se pueda lograr una señal de audio de mayor calidad de una fuente de bajo volumen/bajo voltaje normalizando la señal recibida para aumentar la amplitud.

La reducción de la atenuación aplicada por el módulo de atenuación comprende reducir la atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima, o hasta que la atenuación se reduzca a un mínimo.
- 30 De esta manera, la atenuación se reduce gradualmente hasta que se obtiene una señal de audio de salida de calidad adecuada o el nivel de atenuación alcanza un mínimo (p. ej., cuando se apaga el atenuador). Esta disminución gradual permite reducir gradualmente la atenuación, sin reducirla tanto que la amplitud de la señal sea demasiado alta.
- 35 El aumento de la ganancia aplicada por el módulo de ganancia comprende aumentar la ganancia repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima.

De esta manera, la ganancia se va incrementando de forma gradual hasta conseguir una señal de audio de salida de calidad adecuada. Este aumento gradual permite aumentar la ganancia de forma gradual, sin aumentarla tanto que la amplitud de la señal sea demasiado alta.
- 40 La normalización de la señal de audio comprende además únicamente aumentar la ganancia aplicada por el módulo de ganancia cuando la atenuación aplicada por el módulo de atenuación es mínima y una muestra de la señal de audio no cumple el requisito de amplitud mínima.

De esta manera, la ganancia solo se aplica después de que la atenuación se haya ajustado al mínimo. Esto evita que el módulo de ganancia y el módulo de atenuación compitan entre sí, ahorrando así energía, porque la ganancia no se está aplicando a un nivel superior para superar la atenuación que también se está aplicando.
- 45 La normalización de la señal de audio comprende: determinar que una muestra de la señal de audio excede un requisito de amplitud máxima; y disminuir la ganancia aplicada por el módulo de ganancia; o aumentar la atenuación aplicada por el módulo de atenuación.
- 50 De esta manera, el sistema puede ajustar los parámetros en el módulo de acondicionamiento de señal de tal manera que se pueda lograr una señal de audio de mayor calidad de una fuente de alto volumen/alto voltaje normalizando la señal recibida para reducir la amplitud.

La disminución de la ganancia aplicada por el módulo de ganancia comprende disminuir la ganancia repetidamente

en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio no exceda el requisito de amplitud máxima, o hasta que la ganancia se reduzca a un mínimo.

De esta manera, la ganancia se reduce gradualmente hasta que se obtiene una señal de audio de salida de calidad adecuada o el nivel de ganancia alcanza un mínimo (p. ej., cuando se apaga el módulo de ganancia/amplificador). Esta disminución gradual permite reducir gradualmente la ganancia, sin reducirla tanto que la amplitud de la señal sea demasiado baja.

El aumento de la atenuación aplicada por el módulo de atenuación comprende aumentar la atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal de audio no exceda el requisito de amplitud máxima.

De esta manera, la atenuación se va incrementando de forma gradual hasta conseguir una señal de audio de salida de calidad adecuada. Este aumento gradual permite aumentar la atenuación de forma gradual, sin aumentarla tanto que la amplitud de la señal se vuelva demasiado baja.

La normalización de la señal de audio comprende además únicamente aumentar la atenuación aplicada por el módulo de atenuación cuando la ganancia aplicada por el módulo de ganancia está en un mínimo y una muestra de la señal de audio excede el requisito de amplitud máxima.

De esta manera, la atenuación solo se aplica después de que la ganancia se haya ajustado al mínimo. Esto evita que el módulo de atenuación y el módulo de ganancia compitan entre sí, ahorrando así energía, porque la atenuación no se está aplicando a un nivel superior para superar la ganancia que también se está aplicando.

Preferiblemente, el método comprende además: ingresar una configuración segura en respuesta a la determinación de que el dispositivo de audio se ha encendido o reiniciado, en donde ingresar la configuración segura comprende establecer la atenuación aplicada por el módulo de atenuación en un máximo y establecer la ganancia aplicada por el módulo de ganancia en un mínimo.

Cuando un dispositivo de interfaz se conecta a una fuente de audio de alto voltaje, existe el riesgo de dañar los componentes debido al alto voltaje de la señal de audio recibida. Al configurar la atenuación aplicada por el módulo de atenuación al máximo y la ganancia aplicada por el módulo de ganancia al mínimo, el dispositivo de interfaz de audio y el dispositivo externo quedan protegidos frente a altos voltajes antes de que se realice la conexión, en lugar de determinar que la fuente de alto voltaje puede causar daños después de que ya se haya conectado.

En un tercer aspecto, se provee uno o más medios legibles por ordenador no transitorios que almacenan instrucciones que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores en un sistema de interfaz de audio, hacen que el uno o más procesadores lleven a cabo el método del segundo aspecto.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describen realizaciones de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que:

La Figura 1A es un diagrama conceptual de un dispositivo de interfaz de audio;

la Figura 1B es un diagrama de bloques del dispositivo de interfaz de audio de la Figura 1A;

la Figura 2A es un diagrama conceptual de otro dispositivo de interfaz de audio;

la Figura 2B es un diagrama de bloques del dispositivo de interfaz de audio de la Figura 2A;

la Figura 2C es un diagrama de circuito a modo de ejemplo del dispositivo de interfaz de audio de las Figuras 2A y 2B;

la Figura 3 es un diagrama de flujo a modo de ejemplo de etapas operativas del firmware del microcontrolador ejecutadas por el dispositivo de interfaz de audio;

la Figura 4 es un diagrama de flujo a modo de ejemplo de etapas operativas del software ejecutadas por el dispositivo de interfaz de audio;

la Figura 5 es un diagrama de bloques de dispositivos de interfaz de audio conectados en cadena margarita;

la Figura 6A es un diagrama de bloques de un primer sistema de interfaz de audio; y

la Figura 6B es un diagrama de bloques de un segundo sistema de interfaz de audio.

Descripción detallada

Las Figuras 1A y 1B corresponden a un dispositivo de interfaz de audio según una primera realización, y las Figuras

2A, 2B y 2C corresponden a un dispositivo de interfaz de audio según una segunda realización.

Los dispositivos de interfaz de audio de la primera y segunda realizaciones están configurados para conectarse a una línea de audio en forma de intercepción telefónica, o unión en T, para monitorear la señal de audio en la línea de audio. Esto permite que el dispositivo de interfaz de audio se conecte a la señal de audio analógica en cualquier dispositivo de audio comúnmente disponible de manera que no afecte la conexión actual del sistema de audio.

Una línea de audio a modo de ejemplo puede ser una conexión de una fuente de audio (como, por ejemplo, un micrófono, un instrumento musical, un servicio de transmisión de música, un reproductor de música portátil, un teléfono inteligente, un PC, un ordenador portátil o similar) a uno o más altavoces, opcionalmente a través de un amplificador.

El dispositivo de interfaz de audio permite al usuario monitorear una señal de audio en la línea de audio sin causar distorsión en el dispositivo de drenaje conectado existente. También está aislado de modo que la señal digital sea segura y no cause daños al equipo conectado a él. El dispositivo de interfaz de audio de la primera realización utiliza aislamiento magnético, mientras que el dispositivo de interfaz de audio de la segunda realización utiliza aislamiento óptico.

El dispositivo de interfaz de audio está configurado para recibir señales de audio en un rango de voltajes y para normalizar estos voltajes de modo que se pueda utilizar un único dispositivo de interfaz de audio para líneas de audio correspondientes a diferentes tipos de dispositivo. Por ejemplo, una señal de audio puede tener un V_{RMS} alto si se está derivando entre un amplificador y un altavoz, un V_{RMS} muy bajo si la señal de audio se está derivando de un micrófono o un V_{RMS} en algún punto intermedio si la señal de audio se deriva de otros puntos en un sistema. Ejemplos de señales de audio en las que el dispositivo de interfaz de audio puede derivar pueden incluir: un micrófono de bajo voltaje que incluye proveer un voltaje de polarización, un voltaje de nivel de línea, por ejemplo, de 0-10 V_{RMS} , una conexión de altavoz de bajo voltaje, por ejemplo, para altavoces de 2-16 Ω , una conexión de altavoz de alto voltaje (sistema de megafonía)

Como los V_{RMS} de la señal pueden ser tan amplios, el dispositivo de interfaz de audio puede aplicar combinaciones de ganancia y atenuación programables, así como filtrado de paso alto y paso bajo, para normalizar la señal de audio. Al normalizar el V_{RMS} de entrada, el dispositivo de interfaz de audio puede recibir varios tipos de entrada de audio sin necesidad de diferentes adaptadores adecuados para cada uno.

El dispositivo de interfaz de audio provee un único dispositivo que se puede añadir a cualquier sistema de audio para aprovechar y obtener una señal de audio digital a partir de una señal de audio analógica para su monitorización. Esto provee una solución universal que acepta entradas de un micrófono (es decir, una entrada muy pequeña), una entrada entre una fuente de audio y un amplificador (es decir, una entrada pequeña) o una entrada entre un amplificador y altavoces (es decir, una entrada grande). Como el dispositivo de interfaz de audio se puede configurar de esta manera, también minimiza la interrupción de la señal existente, lo cual evita la distorsión o los cambios de amplitud cuando se instala en un sistema de audio existente.

La Figura 1A es un diagrama conceptual del dispositivo 10 de interfaz de audio según una primera realización. La Figura 1B es un diagrama de bloques del dispositivo 10 de interfaz de audio según la primera realización, correspondiente al diagrama conceptual de la Figura 1A, que provee más detalles sobre la disposición y configuración de los componentes del dispositivo 10 de interfaz de audio.

Con referencia a la Figura 1A, se extrae una señal 100 de audio analógica de una intervención telefónica en una línea de audio y se envía a una entrada 102 de audio analógica. La entrada 102 de audio analógica es un conector que está configurado para aceptar una variedad de cables, correspondientes a diferentes tipos de línea de audio y diferentes puntos a lo largo de una línea de audio, para conectar la fuente de audio al dispositivo 10 de interfaz de audio. La entrada 102 de audio analógica se puede conectar a una señal de audio sin procesar, por ejemplo con un rango de 0-120 V_{RMS} .

La entrada 102 de audio analógica se muestra con más detalle en la Figura 1B. Como se muestra en la Figura 1B, la entrada 102 de audio analógica puede comprender una entrada 102-1 de audio de bajo voltaje (LV, por sus siglas en inglés) conectada a un filtro 102-4. La entrada 102 de audio analógica también puede comprender una entrada 102-2 de audio de alto voltaje (HV, por sus siglas en inglés) que está conectada a un módulo 102-3 de protección de alto voltaje. El módulo 102-3 de protección de alto voltaje está configurado para recibir la entrada de alto voltaje de la entrada 102-2 de audio HV y alimentarla al filtro 102-4. El módulo 102-3 de protección de alto voltaje protege así los demás componentes del dispositivo de señales de alto voltaje. El módulo 102-3 de protección de alto voltaje puede ser un divisor de potencial que evita que los diodos de ruptura del limitador 106-5 de voltaje absorban demasiada energía.

En algunos ejemplos, la entrada 102-1 de audio LV y la entrada 102-2 de audio HV pueden ser entradas/conexiones independientes. En algunos ejemplos, si el conector no está aislado, se puede utilizar una protección de voltaje externa como, por ejemplo, un divisor de potencial, en el cable para limitar el voltaje que puede tocar un usuario. En otros ejemplos, se puede utilizar una única entrada/conexión para la entrada 102-1 de audio LV y la entrada 102-2 de audio HV. Se puede incorporar un conector aislado en el dispositivo y se puede automatizar la conmutación de la entrada LV y HV.

En algunos ejemplos, la entrada LV se puede definir como $< V_{amp}$, y la entrada HV se puede definir como $\geq V_{amp}$. V_{amp} es el suministro de energía del amplificador 106-2B descrito posteriormente; en algunos ejemplos, V_{amp} puede ser

+/- 15 V.

Volviendo a la Figura 1A, la señal de audio sin procesar de la entrada 102 de audio analógica se alimenta a continuación a un transformador 104 de audio. El transformador 104 de audio está configurado para aislar eléctricamente la señal de audio sin procesar mediante aislamiento magnético. La señal de audio aislada del transformador 104 de audio se alimenta a continuación a un módulo 106 de acondicionamiento de señal. El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para acondicionar la señal de audio analógica normalizando la señal de audio analógica para generar una señal de audio analógica normalizada o "acondicionada". El módulo 106 de acondicionamiento de señal se presenta con más detalle en el diagrama de bloques de la Figura 1B. El proceso de acondicionamiento/ normalización se describe con más detalle posteriormente.

En una configuración alternativa a la de la Figura 1A, el transformador de audio puede colocarse después del módulo 106 de acondicionamiento de señalización, de modo que la señal de audio sin procesar se introduce en el módulo de acondicionamiento de señal desde la entrada de audio analógica, y luego se aísla eléctricamente después del acondicionamiento de señal. El diagrama de bloques de la Figura 1B muestra esta configuración alternativa. Se entenderá, sin embargo, que el transformador de audio puede colocarse a ambos lados del módulo de acondicionamiento de señal en los ejemplos de la Figura 1A y la Figura 1B.

Tras el acondicionamiento de la señal de audio en el módulo 106 de acondicionamiento de señal, y el aislamiento en el transformador 104 de audio, la señal de audio analógica normalizada se recibe en un módulo 108 de digitalización. El módulo 108 de digitalización está configurado para convertir la señal de audio analógica normalizada en una señal de audio digital. En algunos ejemplos, el módulo 108 de digitalización puede ser un digitalizador de audio, y en otros ejemplos el módulo 108 de digitalización puede ser un CI de tarjeta de sonido. En la Figura 1A el módulo 108 de digitalización se presenta como un digitalizador de audio, mientras que en la Figura 1B el módulo de digitalización se presenta como un CI de tarjeta de sonido (como, por ejemplo, una tarjeta de sonido USB, por ejemplo una tarjeta de sonido HS100B); sin embargo, se observa que en cualquiera de los ejemplos se puede utilizar un digitalizador de audio o un CI de tarjeta de sonido.

Opcionalmente, desde el módulo de digitalización, el audio digital se recibe en un concentrador 110 de interfaz digital como, por ejemplo, un concentrador 110 USB (o un concentrador USB 2.0). El concentrador 110 está configurado para combinar las múltiples interfaces digitales en el circuito en una única interfaz.

El concentrador 110 provee la interfaz 112 digital entre el dispositivo 10 de interfaz de audio y un dispositivo externo como, por ejemplo, un ordenador personal (PC, por sus siglas en inglés), un ordenador portátil, un ordenador de placa única, un teléfono inteligente o una tableta. Esta interfaz puede proveerse mediante un conector de datos adecuado como, por ejemplo, una conexión USB 2.0 o USB-C, RS232/485, Firewire, Thunderbolt, Bluetooth o cualquier otra interfaz. De esta manera, la señal de audio digitalizada y normalizada es recibida por el dispositivo externo.

Además de la interfaz entre la salida del módulo 108 digitalizador y el dispositivo externo, también puede haber una interfaz entre el dispositivo externo, un microcontrolador 114 integrado en el dispositivo 10 de interfaz de audio y conectado al módulo 106 de acondicionamiento de señal. El microcontrolador 114 está configurado para controlar el módulo 106 de acondicionamiento de señal. El dispositivo externo puede enviar comunicaciones de control al microcontrolador 114, y el microcontrolador 114 puede enviar comunicaciones de control al módulo 106 de acondicionamiento de señal. De esta manera, el control del módulo 106 de acondicionamiento de señal puede llevarse a cabo mediante una combinación del microcontrolador 114 y el dispositivo externo.

El dispositivo externo envía un comando al concentrador 110 de interfaz digital. El concentrador 110 de interfaz digital se puede conectar al microcontrolador 114 a través de un USB al módulo 116 de convertidor en serie, y a través de un módulo 118 optoaislador. El módulo 118 optoaislador está configurado para aislar el microcontrolador 114 y el módulo 114 de acondicionamiento de señal del dispositivo externo. De esta manera, las comunicaciones de control del dispositivo externo se comunican desde el dispositivo externo, a través del concentrador 110, al microcontrolador 114. El microcontrolador 114 convierte los mensajes de control en las señales requeridas necesarias para controlar las partes ajustables del acondicionamiento de señal.

El concentrador 110 sirve por tanto para recibir la señal digitalizada y normalizada del módulo 106 de acondicionamiento de señal, y enviarla al dispositivo externo, y para recibir comunicaciones de control del dispositivo externo y enviarlas al microcontrolador 114. Por ejemplo, la señal digitalizada y normalizada del módulo 106 de acondicionamiento de señal se recibe en el concentrador 110 USB mediante conexión a la tarjeta 108 de sonido USB que provee la digitalización, y las comunicaciones de control del dispositivo externo se envían del concentrador 110 USB al microcontrolador 114 mediante conexión al USB al módulo 116 de convertidor en serie.

En algunos ejemplos, no es necesario incluir el concentrador 110. En su lugar, se puede proveer una única salida digital, para la señal de audio digitalizada y normalizada, al dispositivo externo, por ejemplo desde el módulo de digitalización. En un ejemplo de este tipo, el procesamiento y el control del módulo de acondicionamiento de señal pueden ser llevados a cabo completamente por el microcontrolador 114 o un procesador en el dispositivo, en lugar de por el microcontrolador en combinación con el dispositivo externo. Es decir, el microcontrolador por sí solo puede llevar a cabo el procesamiento y el control del módulo de acondicionamiento de señal sin conexión a un dispositivo externo.

ni instrucciones de este en tal ejemplo.

La manera en que el microcontrolador 114 controla el módulo de acondicionamiento de señal se describe con más detalle con referencia a la Figura 3 y la Figura 4.

El módulo de acondicionamiento de señal tiene una impedancia de entrada muy alta para no causar problemas a otras conexiones en el sistema. El módulo 106 de acondicionamiento de señal comprende un módulo 106-1 de control de atenuación y un módulo 106-2 de control de ganancia. El microcontrolador 114 controla el módulo 106-1 de control de atenuación, utilizando control bidireccional y comunicación de retroalimentación, para aumentar/disminuir la atenuación aplicada a la señal de audio sin procesar; el microcontrolador 114 también controla el módulo 106-2 de control de ganancia para aumentar/disminuir la ganancia aplicada a la señal de audio sin procesar. El módulo de acondicionamiento de señal puede configurarse además para aplicar filtrado de paso alto y paso bajo. De esta manera, la señal de audio sin procesar se acondiciona o normaliza para que se encuentre dentro de un rango aceptable.

El concentrador 110 puede incluir una interfaz digital adicional para proveer un puerto 120 USB independiente. Este puerto USB puede configurarse para conectar en cadena margarita múltiples dispositivos de interfaz de audio para su conexión a un único dispositivo externo. Esto se describe con más detalle con referencia a la Figura 5.

La Figura 2A es un diagrama conceptual del dispositivo 20 de interfaz de audio según la segunda realización. La Figura 2B es un diagrama de bloques del dispositivo de interfaz de audio según la segunda realización, correspondiente al diagrama conceptual de la Figura 2A.

El dispositivo 20 de interfaz de audio está configurado para extraer una señal 100 de audio analógica de una intervención telefónica en una línea de audio; la señal de audio analógica se envía a una entrada 102 de audio analógica del dispositivo de interfaz de audio. La entrada 102 de audio analógica del dispositivo 20 de entrada de audio, descrito con referencia a las Figuras 2A y 2B, comprende las mismas características que la entrada 102 de audio analógica del dispositivo 10 de entrada de audio descrito con referencia a las Figuras 1A y 1B, por lo que no se repiten aquí para simplificar.

La señal de audio aislada del transformador 104 de audio se introduce entonces en un módulo 106 de acondicionamiento de señal. El módulo de acondicionamiento de señal está configurado para acondicionar la señal de audio analógica normalizando la señal de audio analógica para generar una señal de audio analógica normalizada o "acondicionada". El módulo 106 de acondicionamiento de señal se presenta con más detalle en el diagrama de bloques de la Figura 2B y en el diagrama de circuito de la Figura 2C. El proceso de acondicionamiento/normalización se describe con más detalle posteriormente.

La señal de audio analógica normalizada se alimenta desde el módulo 106 de acondicionamiento de señal a un módulo 208 de digitalización como, por ejemplo, un convertidor analógico a digital (ADC, por sus siglas en inglés).

El módulo digitalizador convierte la señal analógica acondicionada en una señal digital.

La señal digital se envía entonces a un microcontrolador 114. Un módulo 204 optoaislador, que comprende por ejemplo un CI de aislador óptico digital, se puede colocar entre el módulo 208 digitalizador y el microcontrolador. El módulo 204 optoaislador está configurado para aislar el microcontrolador 114 de los demás componentes del dispositivo 20 de interfaz de audio. El optoaislador provee un aislamiento de alto voltaje entre los lados analógico y digital del dispositivo, para proveer seguridad a las personas y al equipo.

El microcontrolador 114 cumple dos funciones principales: proveer una interfaz digital con un dispositivo externo y controlar el módulo de acondicionamiento de señal. El microcontrolador 114 está programado con un firmware personalizado para proveer una interfaz digital a la señal de audio digital y convertir los mensajes de control en las señales requeridas necesarias para controlar las partes ajustables del acondicionamiento de señales.

El microcontrolador puede ser un microcontrolador USB configurado para proveer la interfaz digital a través de un conector USB para comunicación bidireccional con un dispositivo externo como, por ejemplo, un ordenador personal (PC), un ordenador portátil, un ordenador de placa única, un teléfono inteligente o una tableta. Esta interfaz puede proveerse mediante un conector de datos adecuado como, por ejemplo, una conexión USB 2.0 o USB-C, RS232/485, Firewire, Thunderbolt, Bluetooth o cualquier otra interfaz. De esta manera, la señal de audio digitalizada y normalizada es recibida por el dispositivo externo. En implementaciones alternativas, el microcontrolador 114 puede realizarse como una tarjeta de sonido con firmware adecuado para proveer control de ganancia y atenuación.

El microcontrolador 114 también está conectado al módulo 106 de acondicionamiento de señal y configurado para controlar el módulo 106 de acondicionamiento de señal.

El microcontrolador recibe comunicaciones de control del dispositivo externo a través de la interfaz digital, y envía comunicaciones de control al módulo 116 de acondicionamiento de señal. De esta manera, el control del módulo 106 de acondicionamiento de señal puede llevarse a cabo mediante una combinación del microcontrolador 114 y el dispositivo externo. Alternativamente, el procesamiento y control del módulo 106 de acondicionamiento de señal puede llevarse a cabo completamente mediante el microcontrolador 114 o un procesador en el dispositivo, en lugar del

microcontrolador 114 en combinación con el dispositivo externo. Es decir, el microcontrolador por sí solo puede llevar a cabo el procesamiento y control del módulo 106 de acondicionamiento de señal sin conexión a un dispositivo externo ni instrucciones de este.

5 El microcontrolador 114 puede aislarse del módulo de acondicionamiento de señal mediante el uso de un optoaislador 204 colocado en la vía de comunicación del microcontrolador al módulo de acondicionamiento de señal. Este puede ser el mismo optoaislador 204 que el que se encuentra entre el módulo 208 de digitalización y el microcontrolador 114, o un optoaislador independiente.

10 El módulo de acondicionamiento de señal tiene una impedancia de entrada muy alta para no causar problemas a otras conexiones en el sistema. El módulo 106 de acondicionamiento de señal comprende un módulo 106-1 de control de atenuación y un módulo 106-2 de control de ganancia. El microcontrolador 114 controla el módulo 106-1 de control de atenuación para aumentar/disminuir la atenuación aplicada a la señal de audio sin procesar; el microcontrolador 114 también controla el módulo 106-2 de control de ganancia para aumentar/disminuir la ganancia aplicada a la señal de audio sin procesar. El módulo de acondicionamiento de señal puede configurarse además para aplicar filtrado de paso alto y paso bajo. De esta manera, la señal de audio sin procesar se acondiciona o normaliza para que se encuentre dentro de un rango aceptable.

La manera en que el microcontrolador 114 controla el módulo de acondicionamiento de señal se describe con más detalle con referencia a la Figura 3 y la Figura 4.

20 En algunos ejemplos, el microcontrolador 114 controla el módulo de acondicionamiento de señal mediante el uso de una comunicación unidireccional. Esto puede utilizar una resistencia programable de solo escritura para cada canal de control. El microcontrolador 114 puede almacenar el último valor que escribió y, por lo tanto, no necesita leer los valores de ganancia/atenuación aplicados en el módulo 106 de acondicionamiento de señal. En un ejemplo de este tipo, la retroalimentación que recibe el microcontrolador puede ser la propia señal de audio que emite el módulo de acondicionamiento de señal. En otros ejemplos, se puede implementar un canal de comunicación bidireccional entre el microcontrolador 114 y el módulo 106 de acondicionamiento de señal de modo que los valores de ganancia/atenuación aplicados en el módulo 106 de acondicionamiento de señales se puedan volver a leer para confirmar que se han establecido correctamente.

La Figura 2C presenta un diagrama de circuito a modo de ejemplo más detallado del dispositivo 20 de interfaz de audio de las Figuras 2A y 2B. También debe entenderse que esta disposición también se puede aplicar al dispositivo 10 de interfaz de audio de las Figuras 1A y 1B, con los cambios apropiados realizados.

30 El diagrama del circuito ilustra una disposición a modo de ejemplo para la entrada 102 de audio, el módulo 106 de acondicionamiento de señal, el módulo 208 digitalizador, el optoaislador 204 y el microcontrolador 114.

35 El módulo 106 de acondicionamiento de señal comprende un polarizador 106-3 de micrófono, un bloque 106-4 de CC que provee un filtro de paso bajo, un limitador 106-5 de voltaje de CA y un limitador 106-6 de corriente conectados con el módulo 106-1 de atenuación, el módulo 106-2 de ganancia y un filtro 106-7 de paso alto. El módulo 106-1 de atenuación comprende una primera resistencia 106-1A programable, conectada a tierra, y controlada por el microcontrolador 114. El módulo 106-2 de ganancia comprende un amplificador 106-2B operacional con una segunda resistencia 106-2A programable conectada entre la entrada y la salida no inversoras; la segunda resistencia 106-2A programable está conectada al microcontrolador 114. La salida del módulo de acondicionamiento de señal está conectada al módulo 208 digitalizador (como, por ejemplo, un convertidor analógico a digital).

40 El microcontrolador 114 comprende múltiples pines 114-1, 114-2, 114-3, 114-4 de entrada/salida de propósito general (GPIO, por sus siglas en inglés) conectados operativamente a elementos del circuito. El microcontrolador 114 puede comprender un pin 114-1 de detección de enchufe conectado a la entrada 102 de audio; este está configurado para detectar cuando una entrada está conectada al dispositivo 20 de interfaz de audio. Un pin 114-2 de interruptor de límite de corriente está conectado al limitador 106-6 de corriente, para activar el limitador 106 de corriente cuando sea necesario. Un pin 114-3 de control de atenuador está conectado a la primera resistencia 106-1A programable del módulo 106-1 de atenuación de modo que el nivel de atenuación se pueda ajustar bajo instrucción del microcontrolador 114. Un pin 114-4 de control de ganancia está conectado a la segunda resistencia 106-2A programable del módulo 106-2 de ganancia de modo que el nivel de ganancia se pueda ajustar bajo instrucción del microcontrolador 114.

50 El optoaislador 204 se divide en dos componentes en el diagrama de circuito de la Figura 3C. Un primer optoaislador 204-1 se dispone entre el módulo 208 digitalizador (que a su vez está conectado a la salida del módulo de acondicionamiento de señal) y el microcontrolador 114. El primer optoaislador se puede conectar a una interfaz 114-5 SPI del microcontrolador para actuar como un aislador óptico SPI. El segundo optoaislador 204-2 está conectado entre cada uno de los pines 114-1 de detección de enchufe del microcontrolador 114 y la entrada 102 de audio, el pin 114-2 de interruptor de límite de corriente del microcontrolador 114 y el limitador 106-6 de corriente, el pin 114-3 de control de atenuación del microcontrolador 114 y el módulo 106-1 de atenuación, y el pin 114-4 de control de ganancia del microcontrolador 114 y el módulo 106-2 de control de ganancia. De esta manera, el segundo optoaislador 204-2 actúa como un aislador óptico GPIO para los pines 114-1, 114-2, 114-3, 114-4 GPIO del microcontrolador 114. Como tal, el microcontrolador 114 está aislado de los otros componentes del dispositivo 20 de interfaz de audio por el primer

aislador 204-1 óptico y el segundo aislador 204-2 óptico.

El microcontrolador 114 comprende un primer conector 112 USB, que provee la interfaz digital al dispositivo externo. El microcontrolador 114 también puede comprender un segundo conector 120 USB configurado para conectar en cadena margarita múltiples dispositivos 10, 20 de interfaz de audio (como se describe con más detalle con referencia a la Figura 5).

Se entenderá que los elementos del dispositivo 10 de interfaz de audio de la primera realización y los elementos del dispositivo 20 de interfaz de audio de la segunda realización son intercambiables. Por ejemplo, el digitalizador 108 de audio de la primera realización 10 puede sustituirse por el ADC 208 de la segunda realización 20 (y viceversa), y el concentrador 110 USB, el módulo 116 de convertidor USB a serie, el optoaislador 118 y el microcontrolador 114 de la primera realización 10 pueden sustituirse por el microcontrolador 114 y el optoaislador 204 de la segunda realización 20 (y viceversa).

El dispositivo externo que se puede conectar al dispositivo 10, 20 de interfaz de audio de las Figuras 1 y 2 puede recibir la señal de audio digitalizada y normalizada (es decir, un flujo de sonido de salida) del dispositivo de interfaz de audio. Este flujo de sonido se puede monitorizar para diversos fines como, por ejemplo, la identificación de música, la identificación de voz, el control de seguridad, la grabación de sonido profesional, la entrada a una mesa de mezclas, la integración a un equipo de AV y cualquier otro fin adecuado para una entrada de sonido.

La Figura 3 presenta un diagrama de flujo a modo de ejemplo de etapas operativas del firmware del microcontrolador ejecutadas por el dispositivo de interfaz de audio descrito con referencia a las Figuras 1 y 2, y la Figura 4 presenta un diagrama de flujo a modo de ejemplo de las etapas operativas del software ejecutadas por el dispositivo de interfaz de audio descrito con referencia a las Figuras 1 y 2. Los procesos de la Figura 3 y la Figura 4 se combinan para proveer el control operativo general del módulo de acondicionamiento de señal. La Figura 3 provee las etapas de procesamiento del firmware llevadas a cabo por el microcontrolador 114, 214 integrado en el dispositivo 10, 20 de interfaz de audio. La Figura 4 provee las etapas de procesamiento del software de aplicación. En el ejemplo de la Figura 4, estas etapas se describen como llevadas a cabo por el dispositivo externo conectado al dispositivo 10, 20 de interfaz de audio y enviadas al microcontrolador 114, 214 como comunicaciones de control, para mantener la coherencia con las realizaciones de las Figuras 1 y 2. Sin embargo, también se entenderá que, en otros ejemplos, el microcontrolador 114, 214 o el procesador integrado pueden, en cambio, llevar a cabo estas etapas por sí mismos sin la necesidad de una comunicación de control externa del dispositivo externo. Es decir, el proceso de la Figura 4 puede, en cambio, ser llevado a cabo por el microcontrolador 114, la tarjeta de sonido o un procesador integrado en lugar de un dispositivo externo.

La Figura 3 detalla las etapas del firmware del microcontrolador, ejecutadas por el microcontrolador para controlar el módulo de acondicionamiento de señal. Si bien las etapas siguientes se describen con referencia a un microcontrolador, se entenderá fácilmente que estas pueden ser llevadas a cabo alternativamente por una tarjeta de sonido integrada en el dispositivo de interfaz de audio, o cualquier procesador en el dispositivo acoplado a un medio no transitorio que almacene las instrucciones del firmware. El proceso comienza con la etapa 302 en donde el microcontrolador activa el limitador de corriente. En la etapa 304, el microcontrolador establece la atenuación en un máximo en el módulo de atenuación, y en la etapa 306 establece la ganancia en un mínimo en el módulo de ganancia.

Las etapas 302, 304 y 306 permiten que el microcontrolador pase a un modo seguro de forma predeterminada al iniciarse, activando el limitador de corriente, maximizando la atenuación y minimizando la ganancia. A continuación, la atenuación se reduce de forma gradual y la ganancia se aumenta de forma gradual, como se describe posteriormente con referencia a las etapas 310, 314 y 318 y la Figura 4. El inicio del dispositivo puede ser, por ejemplo, cuando el dispositivo se enciende/se activa, o después de cualquier reinicio del dispositivo como, por ejemplo, cuando se enciende después de una caída de tensión (o pérdida de energía), un reinicio suave o un reinicio completo.

Tras la puesta en marcha de las etapas 302, 304 y 306, en la etapa 308 el microcontrolador se configura para determinar si se ha enchufado una línea, es decir, si se ha conectado una fuente de audio, a la entrada de audio. Si no se ha conectado una línea, el proceso regresa a la etapa 302 y se repite el bucle de las etapas 302, 304 y 306 hasta que se detecte que se ha enchufado una línea.

Cuando se detecta que se ha enchufado una línea en la etapa 308, el proceso continúa con una serie de etapas (310, 314, 318, 322) en las que se comprueban los mensajes del software de aplicación. Estos mensajes del software de aplicación se explican con más detalle más adelante, con referencia a la Figura 5.

En la etapa 310, el microcontrolador comprueba si se ha recibido un mensaje para establecer el limitador de corriente en un estado "encendido" o "apagado". Si se ha recibido un mensaje para establecer el limitador de corriente en un estado "encendido", el proceso continúa a la etapa 312, en la que el microcontrolador enciende el limitador de corriente y luego avanza a la etapa 314. Si se ha recibido un mensaje para establecer el limitador de corriente en un estado "apagado", el proceso continúa a la etapa 312, en la que el microcontrolador apaga el limitador de corriente y luego avanza a la etapa 314. Si no se ha recibido ningún mensaje con respecto a la configuración del limitador de corriente, el proceso continúa directamente hasta la etapa 314 sin configurar el limitador de corriente.

En la etapa 314, el microcontrolador comprueba si se ha recibido un mensaje para establecer la ganancia en el módulo

de ganancia. Si se ha recibido un mensaje para establecer la ganancia, el proceso continúa a la etapa 316, en la que se establece la ganancia en el nivel indicado, y luego el proceso continúa a la etapa 318. Si no se ha recibido ningún mensaje sobre el establecimiento de la ganancia, el proceso continúa directamente a la etapa 318 con el establecimiento de la ganancia.

5 En la etapa 318, el microcontrolador comprueba si se ha recibido un mensaje para establecer la atenuación en el módulo de atenuación. Si se ha recibido un mensaje para establecer la atenuación, el proceso continúa a la etapa 320, en la que se establece la atenuación en el nivel indicado, y luego el proceso continúa a la etapa 322. Si no se ha recibido ningún mensaje sobre el establecimiento de la atenuación, el proceso continúa directamente a la etapa 322 sin establecer la atenuación.

10 El mensaje de establecimiento de ganancia en la etapa 314 y el mensaje de establecimiento de atenuación en la etapa 318 pueden indicar niveles específicos a los que se deben ajustar respectivamente la ganancia y la atenuación en las etapas 316 y 318. Alternativamente, el mensaje de establecimiento de ganancia y el mensaje de establecimiento de atenuación pueden indicar al microcontrolador que aumente/disminuya la ganancia y la atenuación en cantidades predeterminadas fijas respectivamente en las etapas 316 y 318. De esta manera, la ganancia y la atenuación se pueden ajustar gradualmente hasta que la señal se haya ajustado dentro de un rango deseado. Estas cantidades predeterminadas se pueden almacenar en la memoria asociada al microcontrolador.

En la etapa 322, el microcontrolador comprueba si se ha recibido un mensaje para enviar el estado del dispositivo al software de aplicación. Si se ha recibido un mensaje solicitando al microcontrolador que envíe una respuesta de estado, detallando el estado del dispositivo, el proceso continúa a la etapa 324, en la que el microcontrolador envía la respuesta de estado del dispositivo al software de aplicación y luego regresa a la etapa 308. Si no se ha recibido un mensaje solicitando al microcontrolador que envíe una respuesta de estado, el proceso regresa directamente a la etapa 308 sin enviar una respuesta de estado del dispositivo. La respuesta de estado, o mensaje de estado del dispositivo, puede ser del orden de unos pocos bytes de datos y puede comprender el valor de ganancia actual en el módulo 106-2 de ganancia, el valor de atenuación actual en el módulo 106-1 de atenuación, si se detecta un enchufe en la entrada 102, si el limitador de corriente está habilitado 106-6 y/o la versión de firmware que se ejecuta en el microcontrolador 114.

Después de la etapa 322 (o la etapa 324 si se produjo), el proceso regresa a la etapa 308 para verificar si la línea todavía está enchufada. Si la línea está enchufada, el proceso repite las etapas 314, 318 y 322 de verificación de mensajes. Si la línea no está enchufada, el proceso regresa a la etapa 302 y nuevamente activa el límite de corriente, establece la atenuación en el máximo en la etapa 304 y establece la ganancia en el mínimo en la etapa 306, antes de verificar nuevamente si la línea ahora está enchufada.

Con referencia ahora a la Figura 4, se describen etapas del software de aplicación. En los ejemplos de las Figuras 1 y 2, las etapas del software de aplicación son llevadas a cabo por el dispositivo externo conectado al dispositivo de interfaz de audio mediante la interfaz digital. Es decir, el software de aplicación se instala en el dispositivo externo. En otros ejemplos, estas etapas pueden llevarse a cabo "en el dispositivo" en el dispositivo de interfaz de audio en lugar de por el dispositivo externo. Cuando se llevan a cabo en el dispositivo, las etapas del software de aplicación pueden llevarse a cabo por el mismo microcontrolador que lleva a cabo las etapas del firmware de la Figura 3, un microcontrolador separado, un procesador integrado con instrucciones almacenadas en un medio no transitorio asociado, o por cualquier otro medio adecuado. Es decir, como alternativa, el software de aplicación puede ser instalado en el dispositivo de interfaz de audio.

En la etapa 402, se abre el flujo de sonido. En un ejemplo en el que el software de aplicación se está ejecutando en un dispositivo externo, el flujo de sonido puede ser la salida digitalizada del módulo 106 de procesamiento de señal recibida en el dispositivo externo a través de la interfaz 112 digital. En un ejemplo en el que el software de aplicación se está ejecutando "en el dispositivo" en el dispositivo 10, 20 de interfaz de audio, el flujo de sonido puede ser la salida digitalizada del módulo 106 de acondicionamiento de señal recibida en el microcontrolador o procesador integrado que lleva a cabo las etapas del software de aplicación.

El proceso continúa luego a la etapa 404, en la que el software de aplicación envía un mensaje de "Obtener estado" al microcontrolador que ejecuta las etapas del firmware (Figura 3). Esto corresponde a la etapa 322, en donde el microcontrolador que ejecuta las etapas del firmware verifica si se ha recibido un mensaje de "Obtener estado".

50 Después de enviar el mensaje "Obtener estado" en la etapa 404, el software de aplicación verifica si se ha recibido un estado válido del firmware (es decir, la respuesta de estado enviada en la etapa 324). Cuando no se ha recibido un estado válido, el proceso regresa a la etapa 404 y se envía otro mensaje "Obtener estado" al microcontrolador que ejecuta las etapas del firmware. Cuando se ha recibido un estado válido, el proceso continúa a la etapa 408. Un estado válido puede ser una respuesta de estado que puede ser analizada por el software de aplicación para confirmar que el microcontrolador 114 está funcionando. Un estado no válido puede considerarse como la ausencia de una respuesta de estado o una respuesta de estado que no puede analizarse.

En la etapa 408, el software de aplicación realiza una grabación corta, o muestra, del flujo de sonido tal como se emite mediante el módulo de acondicionamiento de señal para proveer una muestra de la señal de audio. En un ejemplo,

una grabación corta puede tener una duración de entre 1 y 5 segundos. En algunos ejemplos, la grabación corta, o muestra, se almacena en la memoria asociada al software de aplicación. En otros ejemplos, la grabación corta es una muestra que se procesa "en vivo", es decir, no está guardada en la memoria.

En la etapa 410 se determina si la muestra de la señal de audio es lo suficientemente alta, indicando así si el flujo de sonido en sí es lo suficientemente alto (es decir, si la amplitud del voltaje RMS de la señal es lo suficientemente alta como para proveer una señal de suficiente calidad de audio). Es decir, el sistema de interfaz de audio determina cuándo una amplitud de la señal de audio cumple con un requisito de amplitud mínima. Si la señal de audio no cumple con el requisito de amplitud mínima, el módulo de acondicionamiento de señal está configurado para ajustar la amplitud de la señal de audio para emitir la señal de audio normalizada que tiene una amplitud que cumple con el requisito de amplitud mínima.

Para determinar si la señal es lo suficientemente alta, se debe comparar la amplitud de la señal con un primer umbral. Si la señal es superior al primer umbral, la señal es lo suficientemente alta y el proceso continúa a la etapa 412. Si la señal no es superior al primer umbral (es decir, la señal no cumple con el requisito de amplitud mínima), la señal no es lo suficientemente alta y el proceso continúa a la etapa 420. El primer umbral se puede predeterminar y almacenar en un almacenamiento asociado al software de aplicación. Un primer ejemplo del primer umbral puede ser un valor mínimo permisible de amplitud pico de la señal en la grabación corta. Un segundo ejemplo del primer umbral puede ser un valor mínimo permisible de RMS (raíz cuadrática media) de la señal en la grabación corta.

En la etapa 420 se realiza una comprobación para determinar si el atenuador está (todavía) activado. Si el atenuador está activado, el software de aplicación procede a la etapa 422 y envía un mensaje al microcontrolador de firmware instruyéndole que configure el atenuador para reducir el nivel de atenuación (es decir, para disminuir la atenuación). Esto corresponde a la comprobación del firmware del microcontrolador para el mensaje de configuración del atenuador en la etapa 318. A continuación, el proceso regresa a la etapa 408 y se realiza otra grabación corta de la salida del módulo de acondicionamiento de señal para proveer una muestra adicional de la señal de audio con el nivel de atenuación actualizado, y se determina nuevamente si la señal es lo suficientemente alta en la etapa 410. Si la señal aún no es lo suficientemente alta (etapa 410), y el atenuador todavía está activado (etapa 420), se envía otro mensaje para reducir el nivel de atenuación (etapa 422). Este bucle continúa hasta que la señal sea lo suficientemente alta (etapa 410) o el atenuador ya no esté activado (etapa 420).

Si el atenuador no está activado, el proceso continúa a la etapa 424 y se determina si el limitador de corriente está activado. Si el limitador de corriente está activado, el proceso continúa a la etapa 426 y se envía un mensaje al microcontrolador de firmware indicándole que apague el limitador de corriente. Esto corresponde a la comprobación del firmware del microcontrolador en busca del mensaje para establecer el limitador de corriente en la etapa 310. A continuación, el proceso regresa a la etapa 408 y se realiza otra grabación corta, y se determina nuevamente si la señal es lo suficientemente alta en la etapa 410. Si la señal aún no es lo suficientemente alta (etapa 410), el atenuador está desactivado (etapa 420) y el limitador de corriente no está activado (etapa 424), el proceso procede a la etapa 428.

En la etapa 428, se envía un mensaje al firmware del microcontrolador instruyéndole que aumente el nivel de ganancia (es decir, que establezca la ganancia en un nivel más alto). Esto corresponde a la comprobación del firmware del microcontrolador en busca del mensaje para establecer la ganancia en la etapa 314. A continuación, el proceso regresa a la etapa 408 y se realiza otra grabación corta de la salida del módulo de acondicionamiento de señal para proveer una muestra adicional de la señal de audio con el nivel de ganancia actualizado, y se determina nuevamente si la señal es lo suficientemente alta en la etapa 410; el proceso continúa repitiendo las etapas 420 a 424 y 428, 408 y 410, aumentando la ganancia cada vez, hasta que la señal sea lo suficientemente alta.

Con referencia a la etapa 410, cuando se determina que la señal es suficientemente alta, es decir, si la señal está por encima del primer umbral, el proceso continúa a la etapa 412.

En la etapa E412, se determina si la muestra de la señal de audio es demasiado alta, lo cual indica si el flujo de sonido en sí es demasiado alto (es decir, si la amplitud del voltaje RMS de la señal es demasiado alta para proveer una señal de calidad de audio suficiente). Es decir, el sistema de interfaz de audio determina cuándo una amplitud de la señal de audio excede un requisito de amplitud máxima. Si la señal de audio excede el requisito de amplitud máxima, el módulo de acondicionamiento de señal está configurado para ajustar la amplitud de la señal de audio para emitir la señal de audio normalizada que tiene una amplitud que cumple con el requisito de amplitud máxima.

En otras palabras, la señal de audio normalizada tiene una amplitud que cumple con el requisito de amplitud mínima y no excede el requisito de amplitud máxima.

Si los elementos de la señal tienen una amplitud superior a un segundo umbral (es decir, la señal supera el requisito de amplitud máxima), lo cual hace que la señal se corte, se determina que es demasiado alta y el proceso continúa a la etapa 414. El segundo umbral puede predeterminarse y almacenarse en un almacenamiento asociado al software de aplicación. En un ejemplo, el segundo umbral puede definirse como un nivel de amplitud máxima en el que o por encima del cual se corta el audio. En algunos ejemplos, el segundo umbral se cumple cuando hay un único pico en la señal en la grabación corta se corta; en otros ejemplos, el segundo umbral se puede cumplir cuando un número predeterminado (mayor que uno) de picos en la señal en la grabación corta se corta.

Preferiblemente, la señal de audio pico se mantiene aproximadamente en el 80 % del rango máximo de señal controlando la ganancia y la atenuación en el módulo 106-2 de ganancia y el módulo 106-1 de atenuación. Esto permite entonces picos ocasionales en el rango del 80 al 99 %, sin distorsión. La señal se corta cuando alcanza el 100 %, cumpliendo con el segundo umbral, lo cual hace que el proceso continúe a la etapa 414.

5 En la etapa 414, se determina si el módulo de ganancia está habilitado (es decir, si la ganancia es mayor que 0).

Si el módulo de ganancia no está habilitado, el proceso continúa a la etapa 416 y se envía un mensaje al firmware del microcontrolador indicando que se aumenta el nivel de atenuación (es decir, el módulo de atenuador se establece en un nivel más alto). Esto corresponde a la verificación del firmware del microcontrolador del mensaje de ajuste del atenuador en la etapa 318. Luego, el proceso regresa a la etapa 408 y se realiza otra grabación corta del flujo de sonido como emitida por el módulo de acondicionamiento de señal para proveer una muestra de la señal de audio con la atenuación aumentada aplicada, y se repite el proceso desde la etapa 410.

10 Si el módulo de ganancia está habilitado, el proceso continúa a la etapa 418 y se envía un mensaje al firmware del microcontrolador indicando que se reduzca el nivel de ganancia (es decir, que se establezca el módulo de ganancia en un nivel más bajo). Esto corresponde a la comprobación del firmware del microcontrolador en busca del mensaje para establecer la ganancia en la etapa 314. A continuación, el proceso regresa a la etapa 408 y se realiza otra grabación corta del flujo de sonido tal como lo emite el módulo de acondicionamiento de señal para proveer una muestra de la señal de audio con la ganancia reducida aplicada, y se repite el proceso desde la etapa 410.

15 En la etapa 412, si la señal no presenta cortes, no se determina que la señal sea demasiado alta y el proceso regresa a la etapa 408 y se realiza otra grabación corta del flujo de sonido tal como lo emite el módulo de acondicionamiento de señal para proveer una muestra de la señal de audio. A continuación, el proceso continúa repitiendo las etapas 408 en adelante durante el tiempo que dura el flujo de sonido que está siendo monitoreado por el dispositivo externo.

20 Las etapas operativas descritas con referencia a las Figuras 3 y 4 permiten que el microcontrolador aumente de manera gradual la ganancia y disminuya la atenuación en el módulo de acondicionamiento de señal, desde el modo seguro con atenuación máxima y ganancia mínima, para llevar la señal a un rango deseado. Esto es beneficioso en un sistema "nuevo" (es decir, cuando se conecta una nueva fuente de audio al dispositivo de interfaz de audio) ya que no se conoce el voltaje RMS, o la amplitud pico, de la señal de audio sin procesar. En un sistema "existente" (es decir, cuando se conecta una fuente de audio existente al dispositivo de interfaz de audio), la ganancia y la atenuación se pueden establecer directamente en niveles determinados previamente para la fuente de audio. En un ejemplo, un sistema se puede considerar como "existente" cuando no se ha detectado un cambio en el estado del enchufe en la entrada 102, o cuando no ha cambiado un número de serie del dispositivo de interfaz de audio. Después de ejecutar las etapas de configuración (p. ej., las etapas 302 a 306), el sistema supone que la configuración de audio es la misma (es decir, un sistema "existente").

25 Las etapas operativas descritas con referencia a las Figuras 3 y 4 permiten ajustar continuamente la salida de flujo de sonido del dispositivo de interfaz de audio, recibida a través de la interfaz digital en el dispositivo externo, utilizando el módulo de acondicionamiento de señal, asegurando que la amplitud de la salida de flujo de sonido esté condicionada o normalizada para estar dentro de un rango deseado, proporcionando así un flujo de entrada de audio de alta calidad en el dispositivo externo. En términos más generales, el rango de amplitud deseado para una señal normalizada puede definirse como el que se encuentra entre el primer umbral (inferior) en el que la señal es suficientemente alta y el segundo umbral (superior) en el que la señal se está cortando.

30 Las etapas de procesamiento descritas con referencia al firmware del microcontrolador de la Figura 3 pueden llevarse a cabo como parte del proceso de las etapas del software de aplicación de la Figura 4, las etapas de procesamiento descritas con referencia al software de aplicación de la Figura 4 pueden llevarse a cabo como parte del proceso de las etapas del firmware del microcontrolador de la Figura 3, las etapas de procesamiento descritas con referencia a las Figuras 3 y 4 pueden llevarse a cabo como un proceso en un dispositivo del sistema, o cualquiera de las etapas de procesamiento descritas con referencia a las Figuras 3 y 4 puede llevarse a cabo por cualquier dispositivo apropiado en el sistema. Es decir, no es necesario que todas las etapas de procesamiento descritas con referencia a la Figura 3 se lleven a cabo en un dispositivo, y no es necesario que todas las etapas de procesamiento descritas con referencia a la Figura 4 se lleven a cabo en un (otro) dispositivo. Un dispositivo en el sistema puede llevar a cabo algunas, pero no todas, de las etapas de procesamiento descritas con referencia a las Figuras 3 y 4, y otro dispositivo (u otros dispositivos) en el sistema pueden llevar a cabo otras etapas de procesamiento descritas con referencia a las Figuras 3 y 4.

35 En algunos ejemplos, múltiples dispositivos 10, 20 de interfaz de audio pueden conectarse en cadena margarita. La Figura 5 muestra un ejemplo de tres dispositivos de interfaz de audio conectados en cadena margarita. Un primer dispositivo 50-1 de interfaz de audio está conectado a una primera línea 52-1 de audio, por ejemplo mediante una primera intercepción telefónica. Un segundo dispositivo 50-2 de interfaz de audio está conectado a una segunda línea 52-2 de audio, por ejemplo mediante una segunda intercepción telefónica. Un tercer dispositivo 50-3 de interfaz de audio está conectado a una tercera línea 52-3 de audio, por ejemplo mediante una tercera intercepción telefónica. La salida 112 de interfaz digital (p. ej., un conector USB) del primer dispositivo 50-1 de interfaz de audio está conectada al puerto 120 de conexión en cadena margarita (p. ej., un conector USB o puerto de datos) del segundo dispositivo 50-2 de interfaz de audio. La salida 112 de interfaz digital del segundo dispositivo 50-2 de interfaz de audio está

conectada al puerto 120 de conexión en cadena margarita del tercer dispositivo 50-3 de interfaz de audio. La salida 112 de interfaz digital de la tercera interfaz 50-3 de audio está conectada al dispositivo externo. De esta manera, la salida del primer dispositivo 50-1 de interfaz de audio puede ser transportada al dispositivo externo a través del segundo dispositivo 50-2 de interfaz de audio y el tercer dispositivo 50-3 de interfaz de audio, y la salida del segundo dispositivo 50-2 de interfaz de audio puede ser transportada al dispositivo externo a través del tercer dispositivo 50-3 de interfaz de audio. Esto permite que el dispositivo externo monitoree múltiples líneas de audio (y lleve a cabo las etapas de la Figura 4 en el ejemplo en el que el software de aplicación está instalado en el dispositivo externo) mientras que solo utiliza un puerto de datos (p. ej., un puerto USB) en lugar de ocupar un puerto de datos para cada dispositivo de interfaz de audio. Si bien la Figura 5 se describe con referencia a tres interfaces de audio, se entenderá que cualquier número adecuado de interfaces de audio se pueden conectar en cadena margarita de la manera descrita.

La Figura 6A presenta un diagrama de bloques de un sistema 70A de interfaz de audio a modo de ejemplo, que comprende el dispositivo 10, 20 de interfaz de audio y un dispositivo 60 externo. El dispositivo 10, 20 de interfaz de audio y el dispositivo 60 externo están conectados por medio de la interfaz 112 digital. En este ejemplo, el dispositivo 60 externo está configurado para recibir la señal de salida acondicionada del dispositivo 10, 20 de interfaz de audio, así como para llevar a cabo las etapas del software de aplicación descritas con referencia a la Figura 4.

La Figura 6B presenta un diagrama de bloques de un sistema 70B de interfaz de audio a modo de ejemplo alternativo en el que las etapas del software de aplicación de la Figura 4 se llevan a cabo "en el dispositivo" en el dispositivo 10, 20 de interfaz de audio. En este ejemplo, el sistema 70B de interfaz de audio comprende el dispositivo 10, 20 de interfaz de audio. El dispositivo 60 externo está configurado para recibir la señal de salida acondicionada del dispositivo 10, 20 de interfaz de audio. El dispositivo 10, 20 de interfaz de audio y el dispositivo 60 externo están conectados por medio de la interfaz 112 digital.

Si bien la descripción anterior describe el dispositivo de interfaz de audio y el dispositivo externo como dispositivos separados, se entenderá que, en algunos ejemplos, el dispositivo externo y el dispositivo de interfaz de audio pueden ser componentes de un único dispositivo global. Es decir, un único dispositivo global, configurado para monitorear una línea de audio, puede incluir el dispositivo externo (p. ej., un ordenador de placa única o similar) y el dispositivo de interfaz de audio.

El o los microcontroladores 114, o la tarjeta de sonido, a los que se hace referencia en los ejemplos anteriores, que pueden configurarse para llevar a cabo las etapas del firmware del microcontrolador de la Figura 3 (y las etapas del software de aplicación de la Figura 4, cuando estas etapas se llevan a cabo 'en el dispositivo'), pueden considerarse de manera más general como una o más unidades de control o controladores, de un tipo adecuado, integrados en el dispositivo de interfaz de audio; dichos controladores o unidades de control pueden considerarse un controlador del sistema de interfaz de audio. Además, una CPU del dispositivo externo, que puede configurarse para llevar a cabo las etapas del software de aplicación descritas con referencia a la Figura 4, también puede considerarse un controlador en el sistema de interfaz de audio.

Las etapas de procesamiento descritas en la presente memoria pueden almacenarse en un medio legible por ordenador no transitorio. Un medio legible por ordenador puede incluir medios permanentes y medios no permanentes. Los medios no permanentes pueden incluir memorias de semiconductores y memorias dinámicas, entre otros. Los medios permanentes pueden incluir discos ópticos y discos magnéticos, entre otros.

La persona con experiencia en la técnica comprenderá fácilmente que las realizaciones anteriores en la descripción precedente no son limitativas; las características de cada realización pueden incorporarse en las otras realizaciones según corresponda. En particular, las características descritas con referencia a las Figuras 1A, 1B, 2A, 2B y 2C pueden introducirse unas en las otras sin apartarse del alcance de la descripción. Asimismo, las etapas de procesamiento descritas con referencia a las Figuras 3 y 4 pueden llevarse a cabo como parte de cualquiera de los procesos, según corresponda, y en algunos ejemplos las etapas de procesamiento descritas con referencia a las Figuras 3 y 4 pueden configurarse como un flujo de proceso único.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (70A, 70B) de interfaz de audio configurado para recibir una señal (100) de audio de una línea (52-1) de audio y emitir una señal de audio normalizada, en donde el sistema (70A, 70B) de interfaz de audio comprende un dispositivo (10, 20) de interfaz de audio que comprende:

5 un módulo (106) de acondicionamiento de señal que comprende un módulo (106-2) de ganancia configurado para aplicar una ganancia a la señal (100) de audio y un módulo (106-1) de atenuación configurado para aplicar una atenuación a la señal (100) de audio para emitir la señal de audio normalizada; y

una interfaz (112) configurada para comunicar la señal normalizada con un dispositivo (60) externo;

10 en donde, en respuesta a que el sistema (70A, 70B) de interfaz de audio determina que una amplitud de la señal (100) de audio no cumple con un requisito de amplitud mínima o excede un requisito de amplitud máxima, el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para ajustar la amplitud de la señal (100) de audio aplicando la ganancia y la atenuación para generar la señal de audio normalizada que tiene una amplitud que cumple con el requisito de amplitud mínima y no excede el requisito de amplitud máxima;

15 en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para reducir la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación y aumentar la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia cuando una muestra de la señal (100) de audio no cumple con el requisito de amplitud mínima mediante:

la reducción de la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima, o hasta que la atenuación se reduzca a un mínimo; y

20 el aumento de la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima, en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar solo la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia cuando la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación está en un mínimo y una muestra de la señal (100) de audio no cumple con el requisito de amplitud mínima;

25 en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para disminuir la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia y aumentar la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación cuando una muestra de la señal (100) de audio excede el requisito de amplitud máxima mediante:

30 la disminución de la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio no exceda el requisito de amplitud máxima, o hasta que la ganancia se reduzca a un mínimo; y

35 el aumento de la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio no exceda el requisito de amplitud máxima, en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar solo la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación cuando la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia está en un mínimo y una muestra de la señal (100) de audio excede el requisito de amplitud máxima.

2. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio según la reivindicación 1, en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para desactivar un limitador (106-6) de corriente cuando la muestra de la señal (100) de audio no cumple el requisito de amplitud mínima.

40 3. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el sistema (70A, 70B) de interfaz de audio está configurado para determinar que la amplitud no cumple el requisito de amplitud mínima cuando la amplitud de la señal (100) de audio en la muestra está por debajo de un primer umbral.

4. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de cualquier reivindicación anterior, en donde el sistema (70A, 70B) de interfaz de audio está configurado para determinar que la amplitud excede el requisito de amplitud máxima cuando la amplitud de la señal (100) de audio en la muestra cumple o excede un segundo umbral.

45 5. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de cualquier reivindicación precedente, en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para entrar en una configuración segura al encender o reiniciar el dispositivo (10, 20) de interfaz de audio, en donde en la configuración segura el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para establecer la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación en un máximo y establecer la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia en un mínimo.

50 6. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio según cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo (10, 20) de interfaz de audio comprende un módulo (108) de digitalización configurado para convertir la señal de audio normalizada en una señal de audio digital.

7. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de la reivindicación 6, en donde el dispositivo (10, 20) de interfaz de

audio comprende un aislador óptico digital (IC) configurado para recibir la señal de audio digital del módulo (108) de digitalización y para aislar la señal de audio digital para proveer un aislamiento entre un lado analógico del dispositivo (10, 20) de interfaz de audio y un lado digital del dispositivo (10, 20) de interfaz de audio.

5 8. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo (10, 20) de interfaz de audio comprende un transformador (104) de audio configurado para aislar eléctricamente la señal (100) de audio o la señal de audio normalizada.

9. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de cualquier reivindicación anterior, en donde el dispositivo (10, 20) de interfaz de audio está configurado para recibir la señal (100) de audio de una intervención telefónica en la línea (52-1) de audio.

10 10. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de cualquier reivindicación precedente, en donde el dispositivo (10, 20) de interfaz de audio comprende un puerto de datos configurado para conectarse a la interfaz (112) digital de un segundo dispositivo (50-2) de interfaz de audio para conectar en cadena margarita el dispositivo (10, 20) de interfaz de audio y el segundo dispositivo (50-2) de interfaz de audio.

15 11. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de la reivindicación 10, que comprende múltiples dispositivos (50-1, 50-2, 50-3) de interfaz de audio conectados en cadena margarita mediante sus respectivos puertos de datos.

12. El sistema (70A, 70B) de interfaz de audio de cualquier reivindicación anterior, en donde el sistema (70A, 70B) comprende además el dispositivo (60) externo.

13. Un método de normalización de señal de audio, comprendiendo el método:

20 recibir, en un sistema (70A, 70B) de interfaz de audio que comprende un dispositivo (10, 20) de interfaz de audio, una señal (100) de audio de una línea (52-1) de audio;

determinar, mediante el sistema (70A, 70B) de interfaz de audio, que una amplitud de la señal (100) de audio no cumple un requisito de amplitud mínima o excede un requisito de amplitud máxima;

25 normalizar, mediante un módulo (106) de acondicionamiento de señal del dispositivo (10, 20) de interfaz de audio, la señal (100) de audio ajustando la amplitud de la señal (100) de audio aplicando ganancia a la señal (100) de audio mediante un módulo (106-2) de ganancia del módulo (106) de acondicionamiento de señal, y/o aplicando atenuación a la señal (100) de audio mediante un módulo (106-1) de atenuación del módulo (106) de acondicionamiento de señal, para generar una señal de audio normalizada que tiene una amplitud que cumple con el requisito de amplitud mínima y no excede el requisito de amplitud máxima; y

30 comunicar, mediante una interfaz (112) del dispositivo (10, 20) de interfaz de audio, la señal de audio normalizada con un dispositivo (60) externo;

en donde la normalización de la señal (100) de audio comprende:

reducir la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación y aumentar la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia cuando una muestra de la señal (100) de audio no cumple con el requisito de amplitud mínima mediante:

35 la reducción de la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima, o hasta que la atenuación se reduzca a un mínimo; y

40 el aumento de la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio cumpla con el requisito de amplitud mínima, en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar solo la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia cuando la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación está en un mínimo y una muestra de la señal (100) de audio no cumple con el requisito de amplitud mínima;

45 la disminución de la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia y el aumento de la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación cuando una muestra de la señal (100) de audio excede el requisito de amplitud máxima mediante:

la disminución de la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de ganancia repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio no exceda el requisito de amplitud máxima, o hasta que la ganancia se reduzca a un mínimo; y

50 el aumento de la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación repetidamente en cantidades predeterminadas hasta que una muestra adicional de la señal (100) de audio no exceda el requisito de amplitud máxima, en donde el módulo (106) de acondicionamiento de señal está configurado para aumentar solo la atenuación aplicada por el módulo (106-1) de atenuación cuando la ganancia aplicada por el módulo (106-2) de

ganancia está en un mínimo y una muestra de la señal (100) de audio excede el requisito de amplitud máxima.

14. El método de normalización de señales de audio de la reivindicación 13, en donde la determinación de que la amplitud no cumple el requisito de amplitud mínima comprende determinar que la amplitud de la señal (100) de audio en una muestra de la señal (100) de audio está por debajo de un primer umbral; y

- 5 en donde determinar que la amplitud excede el requisito de amplitud máxima comprende determinar que la amplitud de la señal (100) de audio en una muestra de la señal de audio cumple o excede un segundo umbral.

15. Uno o más medios legibles por ordenador no transitorios que almacenan instrucciones que, cuando son ejecutadas por uno o más procesadores en un sistema (70A, 70B) de interfaz de audio, hacen que el uno o más procesadores lleven a cabo el método de la reivindicación 13 o la reivindicación 14.

10

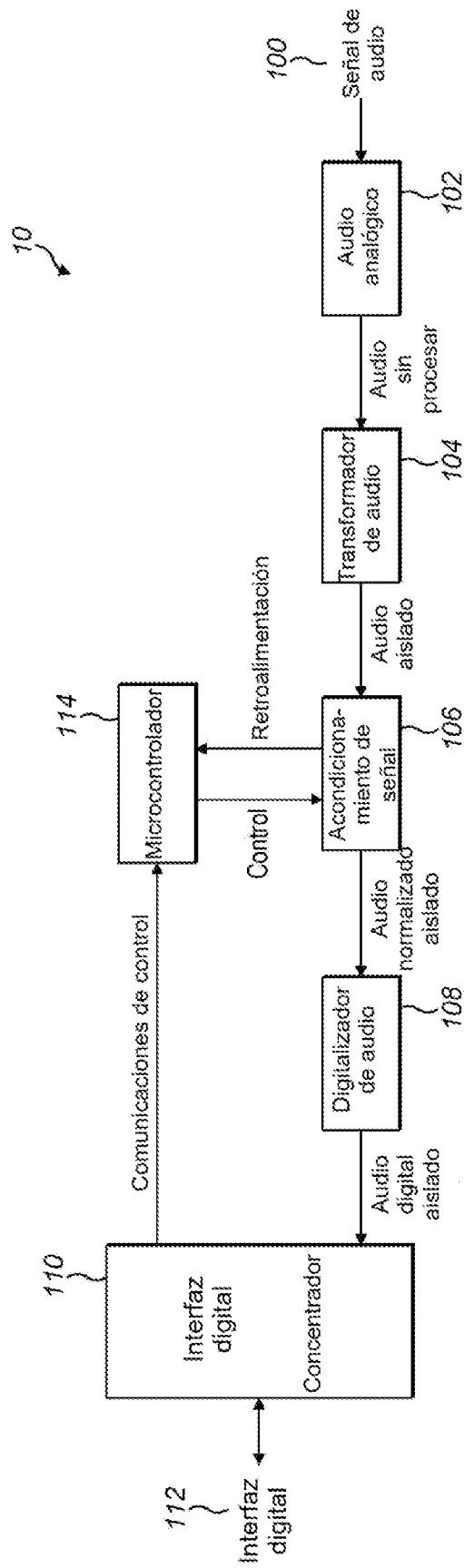


FIG. 1A

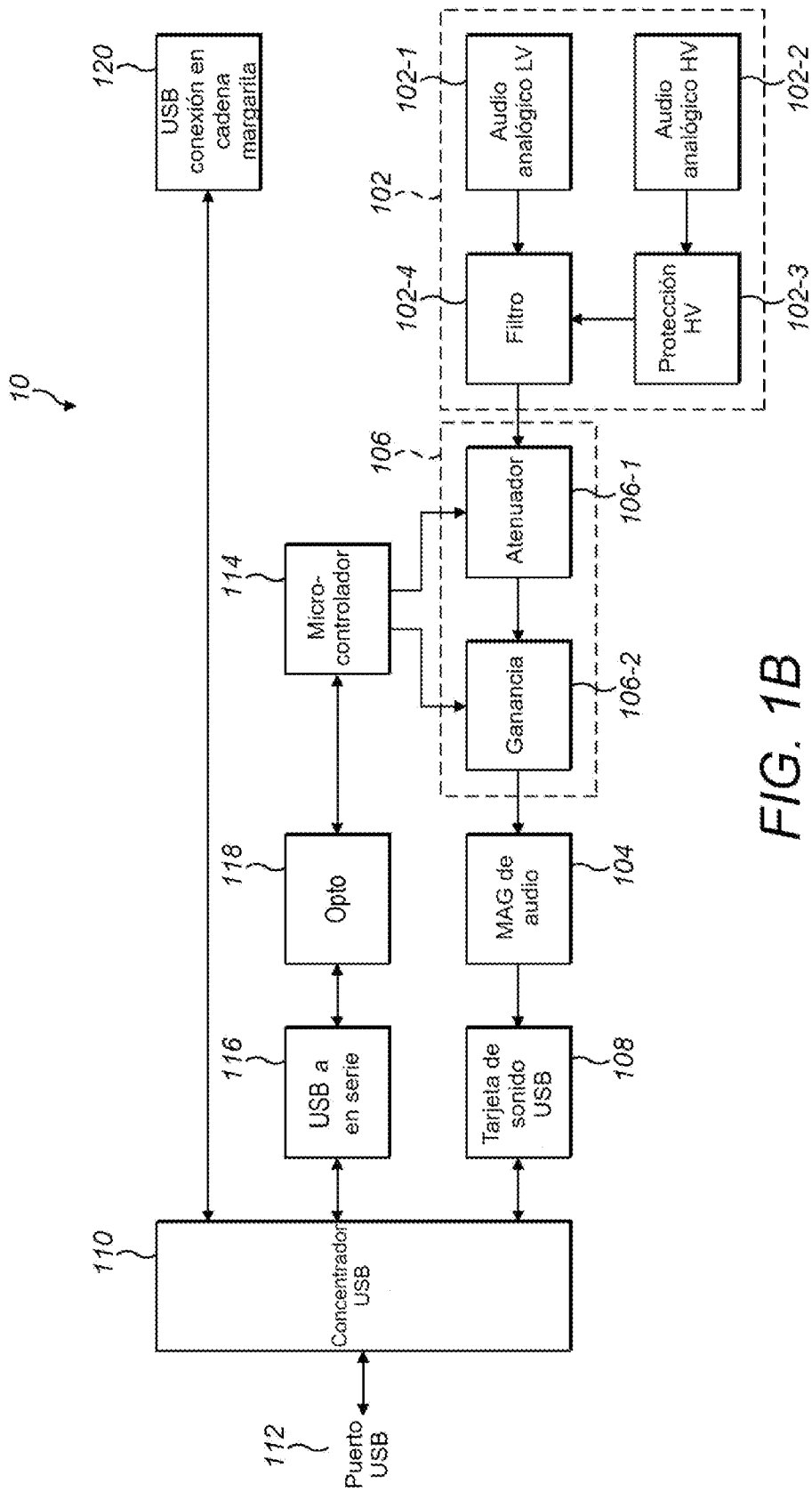


FIG. 1B

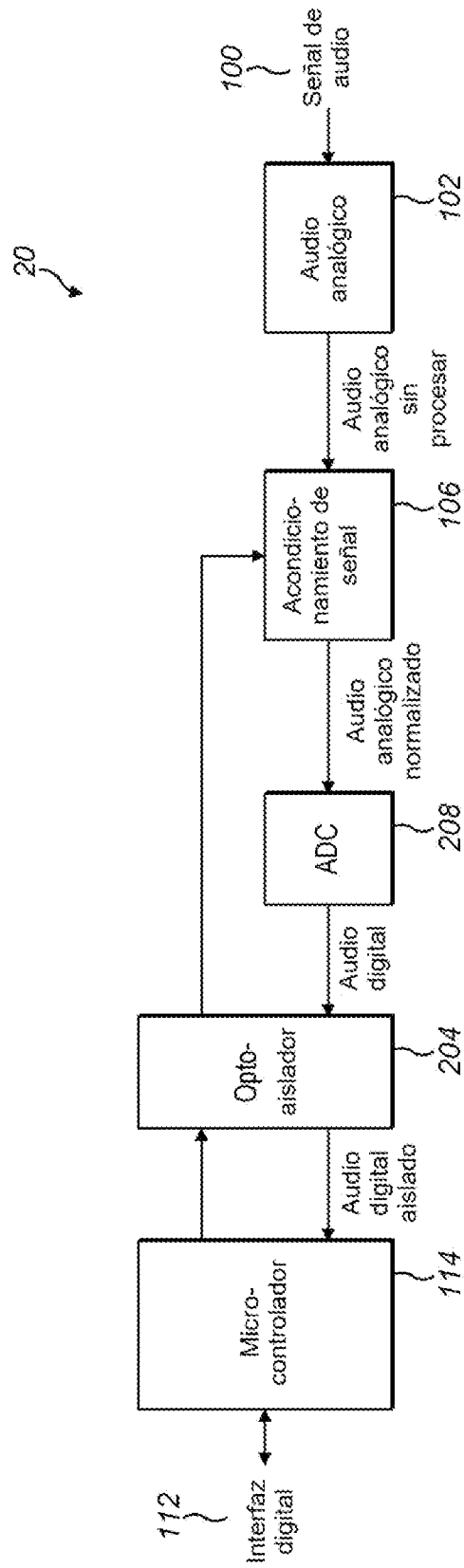


FIG. 2A

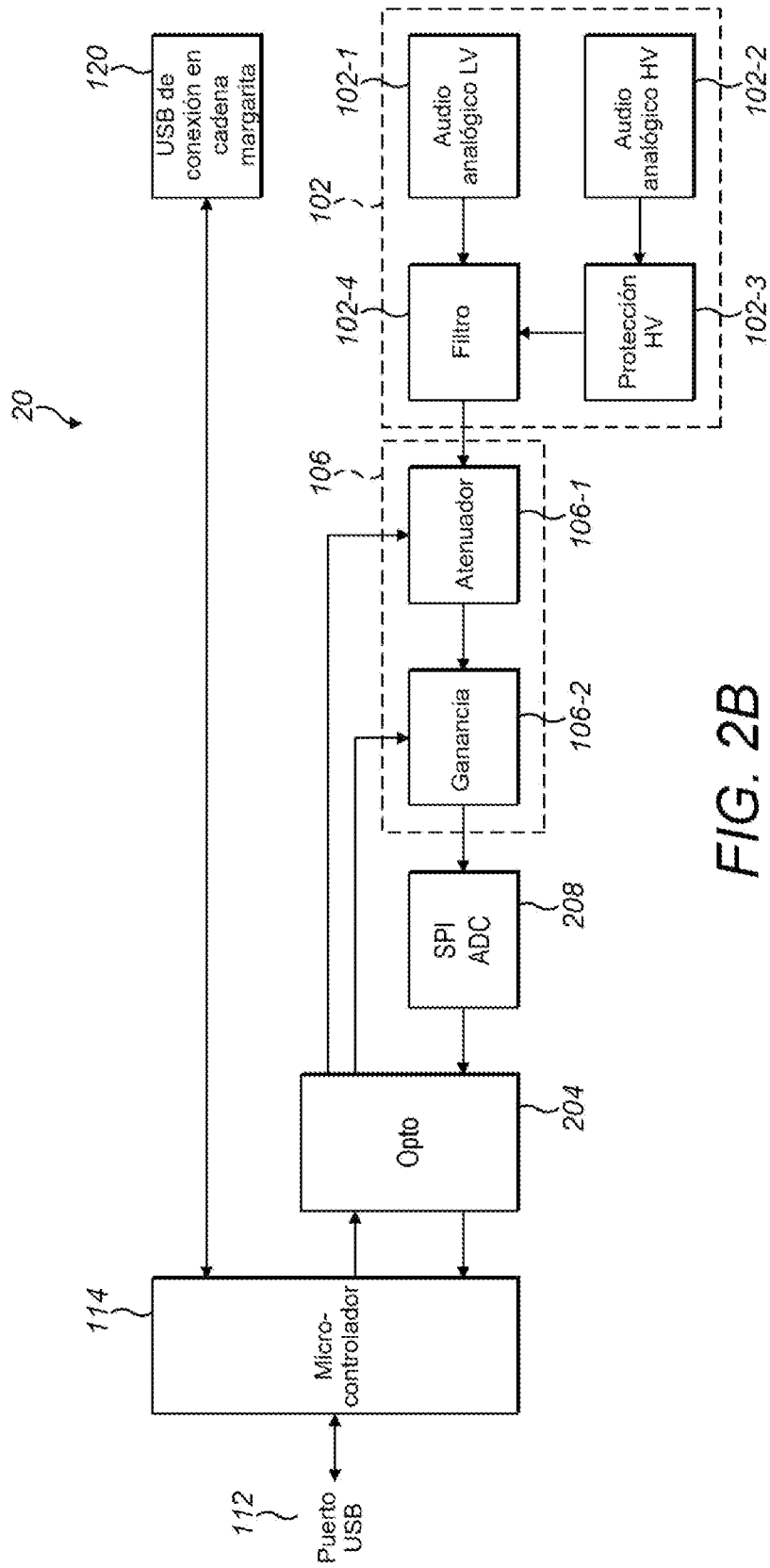


FIG. 2B

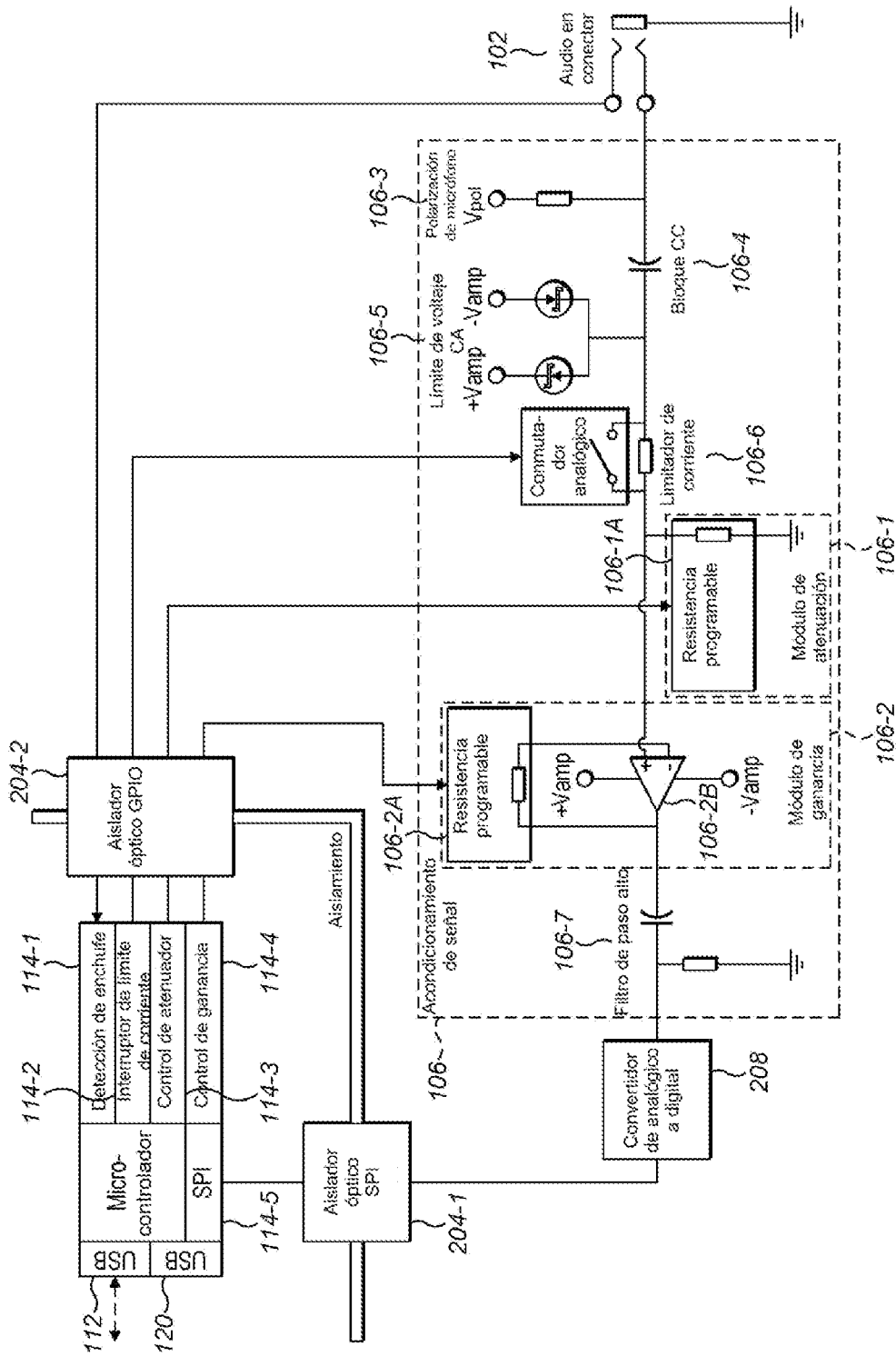


FIG. 2C

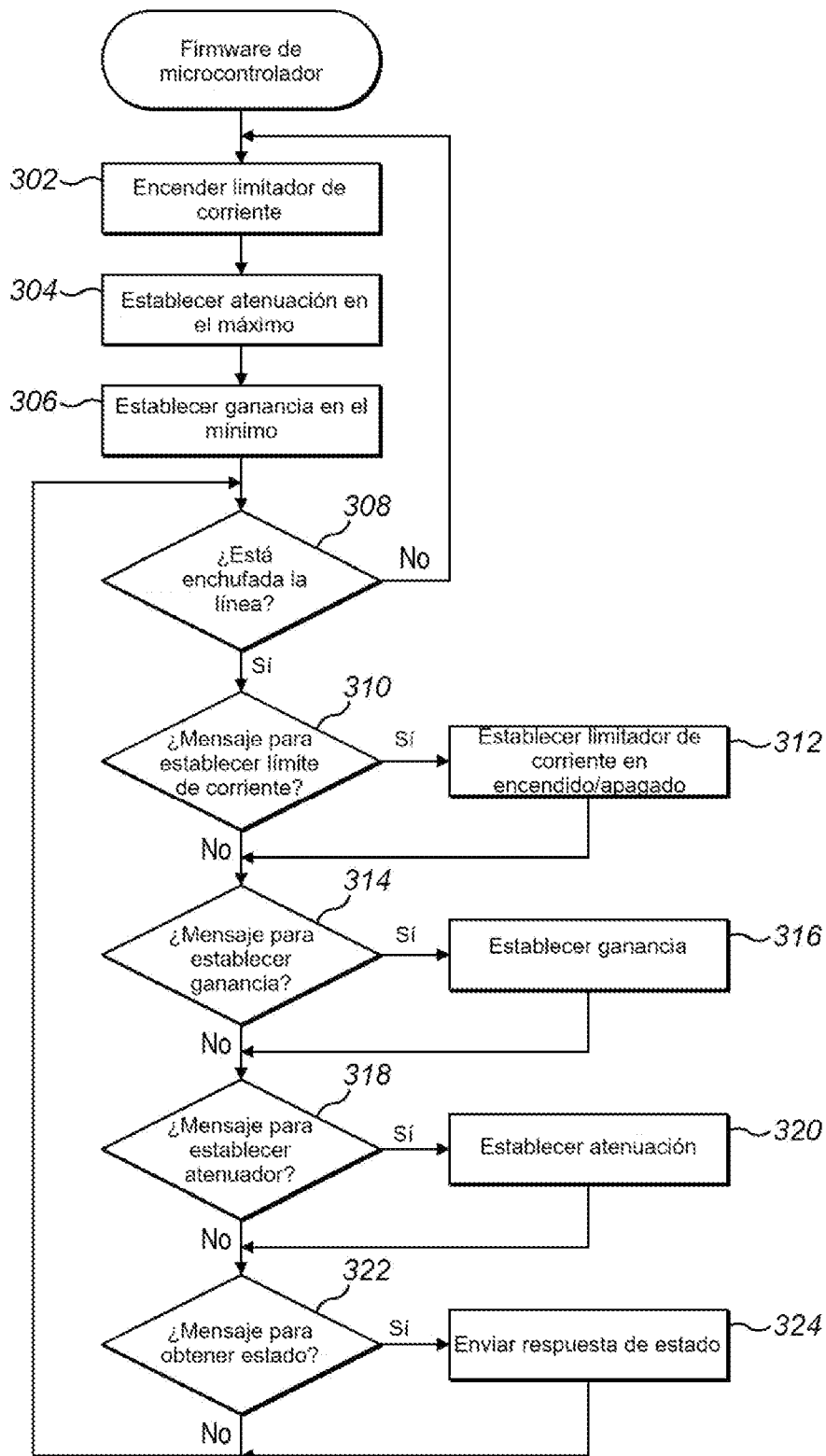


FIG. 3

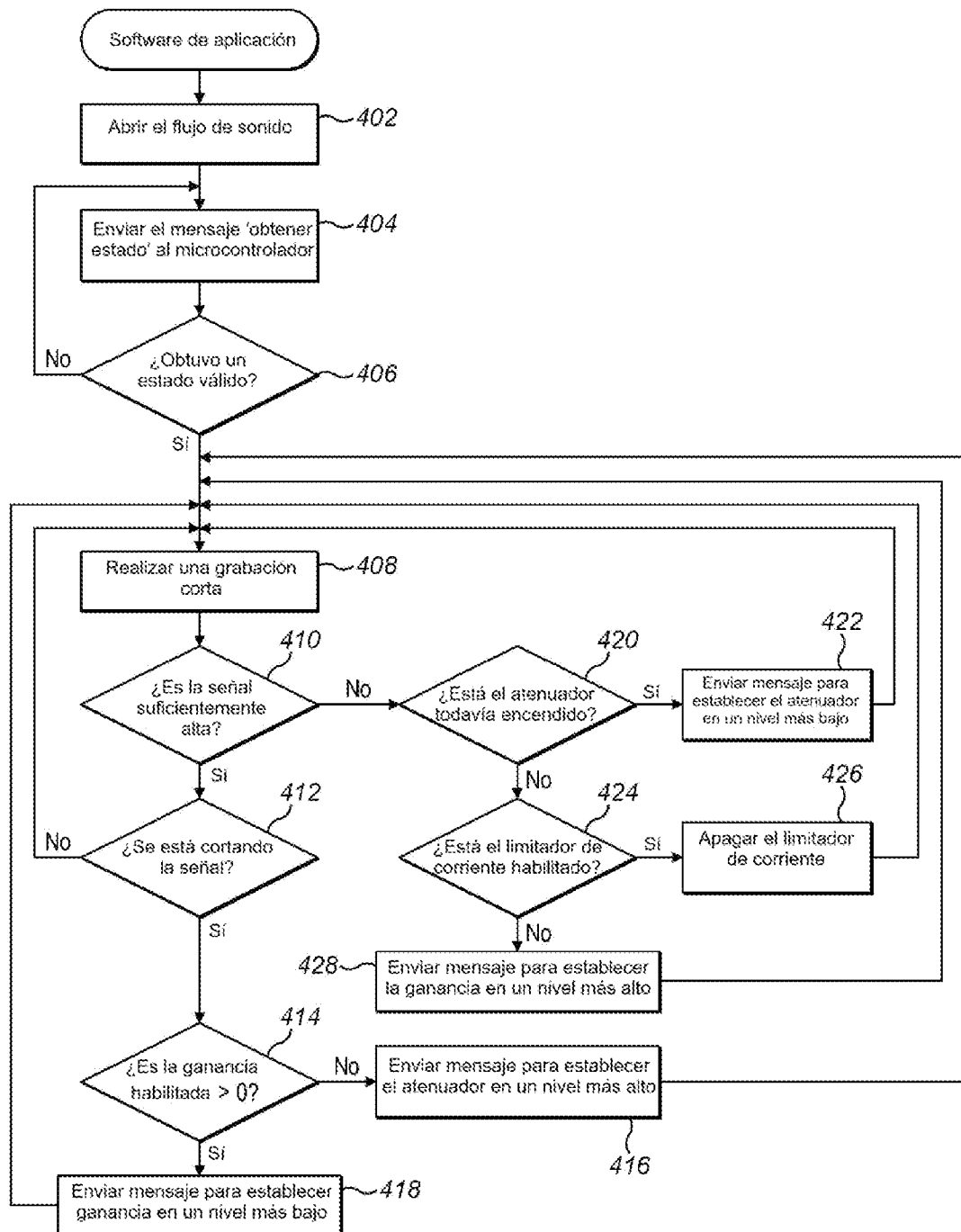


FIG. 4

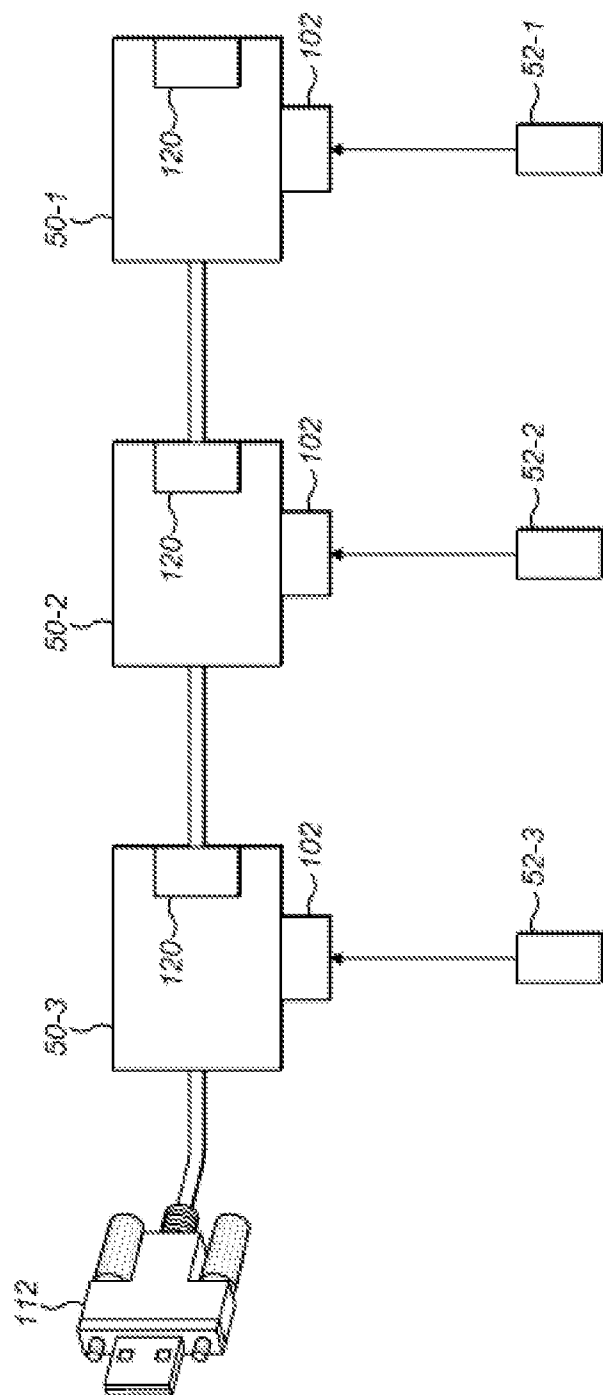


FIG. 5

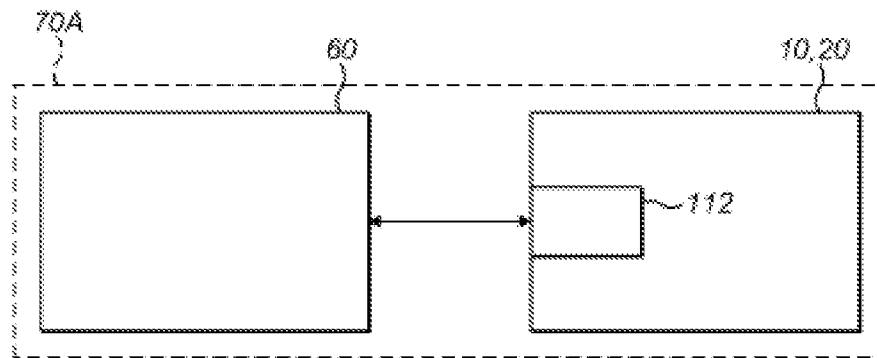


FIG. 6A

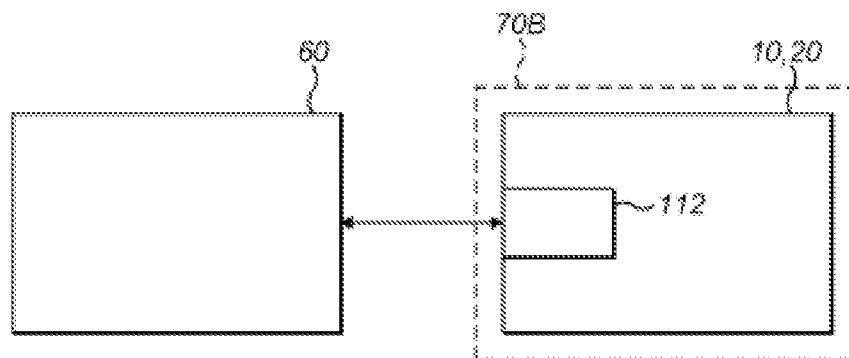


FIG. 6B