

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 440**

51 Int. Cl.:

H03F 3/187 (2006.01)

H03F 3/45 (2006.01)

H03F 1/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09709121 .9**

96 Fecha de presentación: **29.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2245735**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.11.2010**

54 Título: **Sistema y procedimiento de reducción de ruido de chasquidos y crepitaciones en dispositivos de reproducción de audio**

30 Prioridad:

31.01.2008 US 23854

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

21.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

21.12.2012

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, California 92121-1714, US

72 Inventor/es:

MIAO, GUOQING

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 393 440 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento de reducción de ruido de chasquidos y crepitaciones en dispositivos de reproducción de audio

Antecedentes

5 Campo

La presente divulgación versa en general acerca de dispositivos y sistemas de audio y, más específicamente, acerca de un sistema y un procedimiento de reducción de ruido de chasquidos y crepitaciones en dispositivos de reproducción de audio.

Antecedentes

- 10 En muchos sistemas de audio, la salida de un dispositivo de audio está acoplada a un altavoz por medio de un condensador, normalmente denominado condensador de bloqueo de corriente continua (CC) o de acoplamiento de corriente alterna (CA). Habitualmente, la salida de un dispositivo de audio consiste en una señal de audio y en una tensión asociada de compensación de CC. Antes de conectar el dispositivo de audio, la tensión en el condensador de acoplamiento de CA es normalmente de cero (0) voltios. Cuando se conecta el dispositivo de audio, el dispositivo de audio carga el condensador de acoplamiento de CA a la tensión asociada de compensación de CC.

La carga del condensador de acoplamiento de CA produce una tensión ascendente que, normalmente, tiene componentes de frecuencia dentro del intervalo de audición humana. Normalmente, estos componentes de frecuencia producen un ruido poco deseable en la salida del altavoz al que normalmente se hace referencia en la técnica relevante como ruido de "chasquidos y crepitaciones". Asimismo, cuando se desconecta el dispositivo de audio, la carga del condensador de acoplamiento de CA decae, produciendo una tensión descendente que normalmente también tiene componentes de frecuencia del intervalo de audición humana. De nuevo, estos componentes de frecuencia producen un ruido de chasquidos y crepitaciones poco deseable en la salida del altavoz. Esto se explica mejor con referencia al ejemplo siguiente.

La FIG. 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema convencional ejemplar 100 de audio. El sistema 100 de audio suministra una señal de audio a un altavoz 150 mediante un condensador C_{CA} de acoplamiento de CA. En este ejemplo, el sistema 100 de audio consiste en un primer amplificador operacional AOP1, un segundo amplificador operacional AOP2 y resistencias R_{1A} , R_{1B} , R_{2A} y R_{2B} . El primer amplificador operacional AOP1 sirve para amplificar la señal de audio de entrada, que puede ser configurada como una señal diferencial V_{im} y V_{ip} . El segundo amplificador operacional AOP2 está configurado como un seguidor de tensión para generar una tensión V_{ref} de referencia de CC en la salida del primer amplificador operacional AOP 1. Normalmente, se fija esta tensión V_{ref} en $V_{dd}/2$ para optimizar o mejorar el intervalo dinámico de la señal de audio en la salida del primer amplificador operacional AOP 1.

Las resistencias R_{1A} y R_{1B} sirven de resistencias de entrada al primer amplificador operacional AOP1 desde la perspectiva de la señal de audio de entrada V_{im} y V_{ip} . La resistencia R_{2B} sirve de resistencia de entrada al primer amplificador operacional AOP1 desde la perspectiva de la tensión V_{ref} de referencia generada por el segundo amplificador operacional AOP2. La resistencia R_{2A} sirve de resistencia de reacción para el primer amplificador operacional AOP 1.

Antes de que se conecte el sistema 100 de audio, la tensión entre los extremos del condensador C_{CA} de acoplamiento de CA es normalmente de aproximadamente cero (0) voltios. Cuando se conectan inicialmente los amplificadores operacionales primero y segundo AOP1-2 mediante las entradas de electricidad EN1 y EN2, la tensión entre los extremos del condensador C_{CA} de acoplamiento de CA empieza a subir desde cero (0) voltios hacia la tensión V_{ref} de referencia. Normalmente, la tensión de transición tiene componentes de frecuencia que se encuentran dentro del intervalo de audición humana. Normalmente, esto produce un ruido poco deseable de chasquidos y crepitaciones en la salida del altavoz 150.

45 Cuando se desconecta el sistema 100 de audio, la tensión entre los extremos del condensador C_{CA} de acoplamiento de CA decae desde la tensión V_{ref} de referencia hacia cero (0) voltios. Asimismo, la tensión de transición normalmente tiene componentes de frecuencia que se encuentran dentro del intervalo de audición humana. Esto también produce un ruido poco deseable de chasquidos y crepitaciones en la salida del altavoz 150.

El documento EP1879290 describe procedimientos y disposiciones para controlar el arranque de amplificadores mientras se minimizan tensiones transitorias en la circuitería asociada.

El documento US 7224218 describe un aparato y un procedimiento de precarga para controlar perturbaciones transitorias de arranque en una etapa de potencia de conmutación de acoplamiento capacitivo.

El documento EP0281117 describe un circuito de supresión de ruidos de crepitación para un amplificador de audio.

El documento US2002/0094091 describe procedimientos, sistemas y circuitos para controlar perturbaciones transitorias durante el arranque y el apagado de dispositivos de audio.

El documento EP1361656 describe un procedimiento y un dispositivo para evitar el ruido de salida de audio en el arranque de un terminal telefónico inalámbrico.

- 5 El documento US6600365 describe un procedimiento y un aparato para suprimir perturbaciones transitorias de audio cuando se conmuta un amplificador entre un modo activo y uno de espera.

El documento EP 1229639 describe un procedimiento y un aparato para eliminar o reducir el ruido audible durante la conmutación del suministro eléctrico de un circuito amplificador de audio sin requerir la provisión de un conmutador externo.

- 10 El documento WO 98/45938 describe un procedimiento de disminución o supresión de una tensión transitoria que comprende la etapa de polarizar un nodo de salida para una señal de salida.

Resumen

- Un aspecto de la divulgación versa acerca de un sistema de audio que reduce o elimina el ruido de chasquidos o crepitaciones durante operaciones de arranque y apagado. En particular, el sistema de audio comprende un amplificador, tal como un amplificador operacional, que incluye una entrada adaptada para recibir una señal de audio de entrada y una salida adaptada para producir una señal de audio de salida amplificada para un altavoz asociado. El sistema de audio comprende, además, un circuito de reducción de ruido adaptado para aplicar suavemente una tensión a la salida del amplificador, o eliminarla suavemente, de una manera que reduzca o elimine el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado. La tensión en la salida del amplificador puede derivarse de la fuente de tensión de referencia de CC y/o de la señal de audio de entrada.

- En otro aspecto de la divulgación, el circuito de reducción de ruido comprende un recorrido seleccionable de corriente adaptado para disipar suavemente cargas de la salida del amplificador durante la operación de apagado. La disipación suave de las cargas de la salida del amplificador disminuye la tensión de salida de una manera tal que la tensión de transición tenga componentes de frecuencia que se encuentren sustancialmente fuera del intervalo de audición humana. En una realización ejemplar, el recorrido seleccionable de corriente comprende una resistencia en serie con el drenador y la fuente de un transistor de efecto campo (FET), estando acoplado el recorrido seleccionable de corriente entre la salida del amplificador y tierra o la línea de potencial Vss. En respuesta a una operación de apagado, se aplica una señal de control a la puerta del FET para activar el FET, permitiendo que las cargas de la salida del amplificador se disipen a tierra o al potencial Vss.

- En otro aspecto adicional de la divulgación, el circuito de reducción de ruido comprende un dispositivo de resistencia controlable acoplado entre una fuente de una tensión de referencia de CC y la salida del amplificador. Además, el circuito de reducción de ruido comprende un generador adaptado para generar una señal de control que disminuye la resistencia del dispositivo de resistencia controlable de una manera que la tensión de referencia de CC procedente de la fuente se aplique suavemente a la salida del amplificador de una manera que reduzca o elimine el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado durante una operación de encendido. El generador puede comprender un generador de señales de rampa, y el dispositivo de resistencia controlable puede comprender un transistor, tal como un FET.

- En otro aspecto adicional de la divulgación, el circuito de reducción de ruido comprende un dispositivo de resistencia controlable acoplado a la entrada del amplificador, y un generador adaptado para generar una señal de control que disminuye o aumenta la resistencia del dispositivo de resistencia controlable para que la señal de audio de entrada sea aplicada suavemente a la entrada del amplificador, o eliminada suavemente del mismo, de una manera que reduzca o elimine el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por un altavoz asociado durante una operación de encendido o apagado. El generador puede comprender un generador de señales de rampa, y el dispositivo de resistencia controlable puede comprender un transistor, tal como un FET.

- 45 Otros aspectos, otras ventajas y características novedosas de la presente divulgación se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la divulgación cuando se la considera en conjunto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema ejemplar convencional de audio.

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema ejemplar de audio según una realización de la divulgación.

- 50 La FIG. 3 ilustra un cronograma de señales ejemplares de control para el sistema de audio según otro aspecto de la divulgación.

Las FIGURAS 4A-D ilustran gráficos de señales ejemplares generadas por el sistema de audio en respuesta a una condición de encendido según otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 5 ilustra un gráfico de una señal ejemplar generada por el sistema de audio en respuesta a una condición de apagado según otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 6 ilustra un diagrama esquemático de un generador ejemplar de rampa según otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 7 ilustra un diagrama de bloques de un segundo sistema ejemplar de audio según otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 8 ilustra un cronograma de señales ejemplares de control para el segundo sistema de audio según otro aspecto de la divulgación.

La FIG. 9 ilustra un diagrama de bloques de un tercer sistema ejemplar de audio según otro aspecto de la divulgación.

Descripción detallada

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 200 de audio según una realización de la divulgación. El sistema 200 de audio incluye un circuito de reducción de ruido que está adaptado para reducir o eliminar por completo el ruido de chasquidos o crepitaciones generado en una salida de un altavoz asociado. En particular, el circuito de reducción de ruido realiza esto proporcionando un aumento y una caída suaves de la tensión entre los extremos de un condensador de acoplamiento de CA durante el encendido y el apagado, de tal forma que los componentes de frecuencia de la tensión de transición se encuentren sustancialmente fuera del intervalo de audición humana.

Más específicamente, el sistema 200 de audio comprende un primer amplificador operacional AOP1, un segundo amplificador operacional AOP2, resistencias R_{1A} , R_{1B} , R_{2A} y R_{2B} , y un circuito 210 de reducción de ruido. El circuito 210 de reducción de ruido, a su vez, comprende un generador 212 de rampa, un primer transistor de efecto campo (FET) M1, un segundo FET M2 y una resistencia $R_{APAGADO}$. Estos dispositivos pueden implementarse como uno o más circuitos integrados, como dispositivos discretos o como una combinación de uno más circuitos integrados y uno o más dispositivos discretos. La salida del primer amplificador operacional AOP1 está adaptada para acoplarse con un altavoz 250 mediante un condensador C_{CA} de acoplamiento de CA, pudiendo estar situados ambos externos a uno o más circuitos integrados que incorporan el sistema 200 de audio.

El primer amplificador operacional AOP1 está adaptado para amplificar una señal de audio de entrada hasta un nivel suficiente para excitar el altavoz asociado 250. En este ejemplo, la señal de audio de entrada está configurada como una señal diferencial que tiene un componente positivo V_{ip} y un componente negativo V_{im} . El primer amplificador operacional AOP1 incluye una entrada positiva (+) adaptada para recibir el componente positivo V_{ip} de la señal de audio de entrada por medio de la resistencia R_{1B} . El primer amplificador operacional AOP1 también incluye una entrada negativa (-) adaptada para recibir el componente negativo V_{im} de la señal de entrada por medio de la resistencia R_{1A} . La resistencia R_{2A} está acoplada entre la salida y la entrada negativa (-) del primer amplificador operacional AOP1, y sirve para fijar la ganancia del primer amplificador operacional AOP1. El primer amplificador operacional AOP1 incluye además una entrada de control adaptada para recibir una señal EN1 de control que habilita o deshabilita el amplificador AOP1.

El segundo amplificador operacional AOP2 está configurado como un seguidor de tensión adaptado para recibir y producir una tensión V_{ref} de referencia de CC para que pueda ser generada en la salida del primer amplificador operacional AOP1. La tensión V_{ref} de referencia puede fijarse en la mitad de la tensión Vdd de suministro eléctrico para el primer amplificador operacional AOP1 (es decir, $V_{dd}/2$). Esto mejora u optimiza el intervalo dinámico de la señal de audio generada en la salida del primer amplificador operacional AOP1. El segundo amplificador operacional AOP2 incluye una entrada positiva (+) adaptada para recibir la tensión V_{ref} de referencia de CC, y una entrada negativa (-) acoplada a su salida. La salida del segundo amplificador operacional AOP2 está acoplada a la entrada positiva (+) del primer amplificador operacional AOP1 por medio de la resistencia R_{2B} . La salida del segundo amplificador operacional AOP2 también está acoplada al drenador del primer FETM1 del circuito 210 de reducción de ruido. El segundo amplificador operacional AOP2 incluye, además, una entrada de habilitación de control adaptada para recibir una señal EN2 de control que habilita o deshabilita el amplificador AOP2.

El generador 212 de rampa del circuito 210 de reducción de ruido incluye una entrada de control adaptada para recibir una señal EN4 de control que habilita o deshabilita el generador 212 de rampa. El generador 212 de rampa incluye una salida que está acoplada eléctricamente a la puerta del primer FET M1. El generador 212 de rampa produce en una salida una tensión V_{ctl} de control en rampa ascendente, tal como se expone con más detalle en lo que sigue. La fuente del primer FET M1 está acoplada eléctricamente a la salida del primer amplificador operacional AOP1, y al drenador del segundo FET M2 por medio de la resistencia $R_{APAGADO}$. La puerta del segundo FET M2 está adaptada para recibir una señal EN3 de control. La fuente del segundo FET M2 puede estar acoplada a un potencial de tierra o a una tensión V_{ss} de suministro relativamente "negativa". Ahora se explicará la operación del sistema 200 de audio.

La FIG. 3 ilustra un cronograma de señales ejemplares EN1-4 de control para el sistema 200 de audio según otro aspecto de la divulgación. En este ejemplo, las señales EN1-4 de control son binarias, indicando un nivel lógico alto que el dispositivo correspondiente está habilitado, e indicando un nivel lógico bajo que el dispositivo correspondiente está deshabilitado. Se entenderá que las señales EN1-4 de control pueden ser configuradas de otras maneras para lograr la operación del sistema 200 de audio tal como se expone en el presente documento. En el cronograma, hay cuatro (4) instantes particulares, indicados t_1 , t_2 , t_3 y t_4 . El primer instante t_1 indica el comienzo de la operación de encendido del sistema 200 de audio. El segundo instante t_2 indica el momento en el que la tensión V_{ctl} de control en rampa alcanza su valor final (por ejemplo, V_{dd}). El tercer instante t_3 indica el momento en el que el primer amplificador operacional AOP 1 es habilitado, y marca el final de la operación de encendido. El cuarto instante t_4 indica el comienzo de la operación de apagado del sistema 200 de audio.

Antes del instante t_1 , las señales EN1, EN2 y EN4 de control están todas en un nivel lógico bajo, y la señal EN3 de control está en un nivel lógico alto. Así, con estos niveles lógicos, los amplificadores operacionales primero y segundo AOP1-2 y el generador 212 de rampa están deshabilitados, y el segundo FET M2 está activado para conectar de forma efectiva a tierra la salida del primer amplificador operacional AOP1. En el instante t_1 , las señales EN2 y EN4 de control pasan del nivel lógico bajo al nivel lógico alto, y la señal EN3 de control pasa del nivel lógico alto al nivel lógico bajo. Los niveles altos de las señales EN2 y EN4 de control habilitan el segundo amplificador operacional AOP2 y el generador 212 de rampa, y el nivel lógico bajo de la señal EN3 de control desconecta el segundo FET M2.

La habilitación del segundo amplificador operacional AOP2 provoca que se produzca la tensión V_{ref} de referencia de CC en el drenador del primer FET M1. La habilitación del generador 212 de rampa provoca que la tensión V_{ctl} de control se eleve de manera relativamente suave, tal como se expone con más detalle en lo que sigue. La desactivación del segundo FET M2 elimina un recorrido de corriente entre la salida del primer amplificador operacional AOP1 y tierra o el potencial V_{ss} .

La tensión ascendente suave V_{ctl} de control provoca que la resistencia R_{DS} del primer FET M1 disminuye de manera relativamente suave. La resistencia descendente del primer FET M1 aplica suavemente la tensión V_{ref} de referencia de CC a la salida del primer amplificador operacional AOP1. En consecuencia, la tensión entre los extremos del condensador C_{CA} de bloqueo de CC asciende de manera relativamente suave, de tal manera que los componentes de frecuencia de la tensión ascendente se encuentran sustancialmente fuera del intervalo normal de audición humana. Esto evita o reduce el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado 250 durante el encendido del sistema 200 de audio.

La tensión V_{ctl} en rampa sigue ascendiendo hasta que alcanza su tensión final o máxima en el instante t_2 , que puede ser configurada para que coincida sustancialmente con V_{dd} . En el instante t_3 , la tensión EN1 de control pasa del nivel lógico bajo al nivel lógico alto para habilitar el primer amplificador operacional AOP1, y la tensión EN4 de control pasa del nivel lógico alto al nivel lógico bajo para deshabilitar el generador 212 de rampa. La habilitación del primer amplificador operacional AOP hace que produzca en su salida la señal de audio de salida y la tensión V_{ref} de referencia de CC que es aplicada a su entrada positiva (+) por el segundo amplificador operacional AOP2 por medio de la resistencia R_{2B} . Dado que la tensión en la salida del primer amplificador operacional AOP1 ya está sustancialmente a la tensión V_{ref} de referencia de CC debido al circuito 210 de reducción de ruido, la habilitación del primer amplificador operacional AOP1 no provoca un cambio sustancial en su tensión de CC de salida, reduciendo o eliminando con ello el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado 250. La deshabilitación del generador 212 de rampa provoca que la tensión V_{ctl} de control caiga hasta sustancialmente cero (0) voltios, desconectando con ello el primer FET M1.

Entre los instantes t_3 y t_4 , las señales EN3 y EN4 de control están en el nivel lógico bajo para deshabilitar de forma efectiva el circuito 210 de reducción de ruido durante el estado estacionario o la operación normal del sistema 200 de audio. Estando estas señales de control en el nivel lógico bajo, los FET primero y segundo M1 y M2 se desconectan, de modo que el circuito 210 de reducción de ruido no afecte significativamente la operación del sistema 200 de audio restante. Durante es estado estacionario o la operación normal entre los instantes t_3 y t_4 , el primer amplificador operacional AOP1 opera amplificando una señal diferencial de audio de entrada V_{ip} y V_{im} . El segundo amplificador operacional AOP2 opera para seguir produciendo la tensión V_{ref} de referencia de CC en la salida del primer amplificador operacional AOP1 para mejorar el intervalo dinámico de la señal de audio de salida.

Tal como se ha mencionado en lo que antecede, el instante t_4 indica el comienzo de la operación de apagado del sistema 200 de audio. En este momento, las señales EN1-2 de control pasan del nivel lógico alto al nivel lógico bajo para deshabilitar, respectivamente, los amplificadores operacionales primero y segundo AOP1-2. A la vez, la señal EN3 de control pasa del nivel lógico bajo al nivel lógico alto para activar el segundo FET M2. La resistencia $R_{APAGADO}$ y el segundo FET M2 forman un recorrido de corriente a tierra para disipar suavemente la tensión entre los extremos del condensador C_{CA} de bloqueo de CC. La resistencia $R_{APAGADO}$ está configurada para proporcionar una disipación relativamente suave de la tensión de salida, de modo que los componentes de frecuencia de la tensión de transición se encuentren sustancialmente fuera del intervalo normal de audición humana, para reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones durante el apagado del sistema 200 de audio.

Las FIGURAS 4A-D ilustran gráficos de señales ejemplares generadas por el sistema 200 de audio en respuesta a una condición de encendido según otro aspecto de la divulgación. En particular, el gráfico representado en la FIG. 4A ilustra la variación en el tiempo de la tensión V_{ctl} de control generada por el generador 212 de rampa. El gráfico representado en la FIG. 4B ilustra la variación en el tiempo de la resistencia R_{ds} del primer FET M1. El gráfico representado en la FIG. 4C ilustra la variación en el tiempo de la tensión V_{op} de salida del sistema 200 de audio. El gráfico representado en la FIG. 4D ilustra la variación en el tiempo de la tensión V_{carga} en el altavoz asociado 250.

Tal como ilustra el gráfico de la FIG. 4A, la tensión V_{ctl} de control generada por el generador 212 de rampa puede aumentar de forma sustancialmente lineal desde cero (0) voltios hasta V_{dd} . En algún momento entre los instantes t_1 y t_2 , la tensión V_{ctl} en rampa cruza la tensión umbral del primer FET M1. Esto provoca que el primer FET M1 empiece a conducir corriente de forma significativa. Esto se muestra mejor con el gráfico de la FIG. 4B, que ilustra la caída relativamente suave de la resistencia R_{ds} del primer FET M1. La resistencia descendente R_{ds} del primer FET M1 aplica suavemente la tensión V_{ref} de referencia de CC generada por el segundo amplificador operacional AOP2 a la salida del sistema 200 de audio. Esto se muestra mejor con el gráfico de la FIG. 4C, que ilustra la tensión de salida aumentando suavemente desde cero (0) voltios en el instante t_1 hasta sustancialmente la tensión V_{ref} de referencia de CC en el instante t_2 . La tensión V_{carga} entre los extremos de la carga (por ejemplo, el altavoz asociado 250) es esencialmente la derivada de la tensión de salida debido al condensador C_{CA} de bloqueo de CC, que presenta básicamente medio ciclo de una onda sinusoidal entre el instante t_1 y t_3 . El circuito 210 de reducción de ruido está configurado para producir una tensión suave V_{carga} de carga, de tal modo que sus componentes de frecuencia se encuentren sustancialmente fuera del intervalo normal de audición humana para reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones.

La FIG. 5 ilustra un gráfico de una señal ejemplar generada por el sistema 200 de audio en respuesta a una condición de apagado según otro aspecto de la divulgación. En particular, el gráfico de la FIG. 5 muestra la variación en el tiempo de la tensión V_{op} de salida del sistema 200 de audio durante el apagado. Tal como se ilustra, en el instante t_4 , que, según se ha expuesto en lo que antecede, indica el comienzo de la operación de apagado, la tensión de salida del sistema 200 de audio decae de forma relativamente suave hasta que es esencialmente cero (0) en el instante t_5 . El circuito 210 de reducción de ruido está configurado para producir una tensión V_{op} de salida que decae suavemente, de tal modo que sus componentes de frecuencia se encuentren fuera del intervalo normal de audición humana para reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones.

La FIG. 6 ilustra un diagrama esquemático de un generador ejemplar 600 de rampa según otro aspecto de la divulgación. El generador 212 de rampa del circuito 210 de reducción de ruido expuesto previamente puede estar configurado como el generador 600 de rampa. El generador 600 de rampa comprende un generador 602 de corriente, los FET M_{P1-4} de canal p, los FET M_{N1-7} de canal n y el condensador C_L . Las fuentes de los FET M_{P1-4} están acopladas eléctricamente a la línea positiva V_{dd} de suministro eléctrico, y las puertas de los FET M_{P2-4} están acopladas eléctricamente a los drenadores de los FET M_{P1-2} y al drenador del FET M_{N4} . La puerta del FET M_{P1} está acoplada eléctricamente a la puerta del FET M_{N1} , y ambas están adaptadas para recibir la señal EN de control. El drenador del FET M_{P3} está acoplado eléctricamente al drenador del FET M_{N5} y a las puertas de los FET M_{N5-6} . El drenador del FET M_{P4} está acoplado eléctricamente a los drenadores de los FET M_{N6-7} , y a un primer extremo del condensador C_L .

El generador 602 de corriente está acoplada entre la línea positiva V_{dd} de suministro eléctrico y el drenador del FET M_{N1} . La fuente del FET M_{N1} está acoplada eléctricamente a los drenadores de los FET M_{N2-3} y a las puertas de los FET M_{N3-4} . Las puertas de los FET M_{N2} y M_{N7} están adaptadas para recibir la señal ENB de control (por ejemplo, complemento de la señal EN de control). Los drenadores de los FET M_{N2-7} , así como el segundo extremo del condensador C_L , están acoplados eléctricamente a la línea negativa V_{ss} de suministro eléctrico, que podría estar a un potencial de tierra.

En operación, el circuito 600 de rampa está deshabilitado cuando la señal EN de control está en un nivel lógico bajo y la señal ENB de control está en un nivel lógico alto. Que la señal EN de control esté en el nivel lógico bajo desactiva el FET M_{N1} para evitar que fluya corriente a través del FET M_{N3} y, en consecuencia, a través del FET M_{N4} debido a su configuración en espejo con el FET M_{N3} . Además, que la señal EN de control esté en el nivel lógico bajo activa el FET M_{P1} , que acopla la V_{dd} a las puertas de los FET M_{P2-4} , desactivando con ello estos FET. Que la señal ENB de control esté en el nivel lógico alto activa los FET M_{N2} y M_{N7} para conectar a tierra los respectivos drenadores de los FET M_{N3-4} y M_{N6-7} para reducir o eliminar la fuga de corriente a través de estos transistores. En consecuencia, las corrientes I_{0-4} son sustancialmente nulas cuando el circuito 600 de rampa está deshabilitado.

Cuando la señal EN de control pasa a un nivel lógico alto y la señal ENB de control pasa a un nivel lógico bajo, el circuito 600 de rampa es habilitado. Que la señal EN de control esté en el nivel lógico alto activa el FET M_{N1} y desactiva el FET M_{P1} . Que la señal ENB de control esté en el nivel lógico bajo desactiva M_{N2} y M_{N7} . La activación del FET M_{N1} acopla eléctricamente la fuente 602 de corriente al drenador del FET M_{N3} , y la desactivación del transistor M_{N2} elimina el cortocircuito o la derivación del FET M_{N3} . Esto permite que la corriente I_0 fluya desde la fuente 602 de corriente a la línea V_{ss} a través de los FET M_{N1} y M_{N3} . Esta corriente también permite que el FET M_{N4} conduzca la corriente I_1 .

La desactivación del FET M_{P1} elimina el cortocircuito o la derivación del FET M_{P1} , lo que, en consecuencia, activa los FET M_{P2} , M_{P3} y M_{P4} porque ya no se aplica la V_{dd} a sus puertas. Esto permite que las corrientes I_1 , I_2 e I_3 fluyan a través de los FET M_{P2} , M_{P3} y M_{P4} . La desactivación del FET M_{N7} elimina el cortocircuito o la derivación del FET M_{N6} , permitiendo con ello que la corriente I_4 fluya a través del FET M_{N6} . La corriente de salida I_{SALIDA} que produce la tensión V_{ctl} en rampa entre los extremos del condensador C_L es la diferencia entre las corrientes I_3 e I_4 (es decir, $I_{SALIDA} = I_3 - I_4$).

El circuito 400 de rampa puede ser configurado para que genere la tensión V_{ctl} en rampa usando un condensador C_L que puede estar implementado en un circuito integrado, debido a su corriente de salida I_{SALIDA} relativamente pequeña. Por ejemplo, el FET M_{N3} puede ser configurado para que tenga una anchura de canal 20 veces ($20\times$) mayor que la anchura de canal del FET M_{N4} . Así, debido a la configuración en espejo de las corrientes de los FET M_{N3} y M_{N4} , la corriente I_1 es sustancialmente 20 veces menor que la corriente I_0 (es decir, $I_1 = 1/20 * I_0$). Asimismo, el FET M_{P2} puede ser configurado para que tenga una anchura de canal cinco (5) veces ($5\times$) mayor que las anchuras de canal de los FET M_{P3} y M_{P4} . Así, debido a la configuración en espejo de las corrientes de los FET M_{P2} , M_{P3} y M_{P4} , las corrientes I_2 e I_3 son sustancialmente cinco (5) veces menores que la corriente I_1 (es decir, $I_2 = I_3 = 1/5 * I_1$). El FET M_{N5} puede estar configurado para que tenga una anchura de canal 5/4 veces mayor que la anchura de canal de M_{N6} . Así, debido a la configuración en espejo de las corrientes de los FET M_{N5} y M_{N6} , la corriente I_4 es 4/5 veces la corriente I_2 (es decir, $I_4 = 4/5 * I_2$).

Usando el hecho de que la corriente I_1 es 20 veces menor que la corriente I_0 , puede escribirse la corriente I_3 en términos de I_0 como sigue:

$$I_3 = 1/5 * I_1 = 1/100 * I_0 \quad \text{Ec. 1}$$

Además, usando el hecho de que la corriente I_2 es también 100 veces menor que la corriente I_0 , puede escribirse la corriente I_4 en términos de I_0 como sigue:

$$I_4 = 4/5 * I_2 = 4/500 * I_0 \quad \text{Ec. 2}$$

Tal como se ha expuesto en lo que antecede, la corriente de salida I_{SALIDA} puede representarse como sigue:

$$I_{SALIDA} = I_3 - I_4 \quad \text{Ec. 3}$$

Sustituyendo I_3 e I_4 según se proporciona en las Ecuaciones 1 y 2 en I_3 e I_4 según se proporciona en la Ec. 3, puede presentarse como sigue la corriente de salida I_{SALIDA} :

$$I_{SALIDA} = 1/100 * I_0 - 4/500 * I_0 = 1/500 * I_0 \quad \text{Ec. 4}$$

Por ejemplo, si se elige I_0 para que sea aproximadamente dos (2) microamperios, la corriente de salida I_{SALIDA} sería de aproximadamente 4 nanoamperios. Una corriente tan pequeña permitiría que el condensador C_L fuese implementado en un circuito integrado y seguir proporcionando un control V_{ctl} en rampa con el debido tiempo de aumento para reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado durante la operación de encendido.

La FIG. 7 ilustra un diagrama de bloques de un segundo sistema ejemplar 700 de audio según otro aspecto de la divulgación. Además de reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones debido a la aplicación o la eliminación de una tensión V_{ref} de referencia de CC a su salida y de la misma, el sistema 700 de audio está configurado para reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones debido a la tensión de compensación de CC presente en la señal de audio de entrada. El amplificador principal de audio del sistema 700 de audio amplifica la señal de audio de entrada, incluyendo la tensión de compensación de CC, para producir una tensión de compensación de CC en su salida. Durante el encendido, tal tensión de compensación de CC también puede causar ruido de chasquidos o crepitaciones que ha de generar el altavoz asociado.

En particular, el sistema 700 de audio comprende un primer amplificador operacional AOP1, un segundo amplificador operacional AOP2 y un circuito 710 de reducción de ruido. El primer amplificador operacional AOP1 está configurado para amplificar la señal de audio de entrada. El segundo amplificador operacional AOP2 está configurado para proporcionar una tensión de referencia de CC (por ejemplo, $V_{ref} \sim V_{dd}/2$) en la salida del primer amplificador operacional AOP1 para mejorar u optimizar sustancialmente el intervalo dinámico de la señal de audio de salida. El circuito 710 de reducción de ruido está adaptado para reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por un altavoz asociado 750 debido a la provisión de la tensión V_{ref} de referencia de CC a la salida del primer amplificador operacional AOP1, y a la tensión de compensación de CC presente en la señal de audio de entrada, que termina en la salida del primer amplificador operacional AOP1.

Más específicamente, el primer amplificador operacional AOP1 incluye una entrada negativa (-) adaptada para recibir un componente negativo V_{im} de la señal de audio de entrada por medio de la resistencia R_{1A} de entrada y el

FET M3 (que es un componente del circuito 710 de reducción de ruido). El primer amplificador operacional AOP1 también incluye una entrada positiva (+) adaptada para recibir un componente positivo V_{ip} de la señal de audio de entrada por medio de la resistencia R_{1B} de entrada y el FET M4 (que es un componente del circuito 710 de reducción de ruido). El primer amplificador operacional AOP1 incluye además una salida acoplada al altavoz asociado 750 por medio de un condensador C_{CA} de acoplamiento de CA. Una resistencia R_{2A} de reacción está acoplada entre la salida y la entrada negativa (-) del primer amplificador operacional AOP1. El primer amplificador operacional AOP1 incluye una entrada adaptada para recibir la señal EN2 de control.

El segundo amplificador operacional AOP2 está configurado como un seguidor de tensión para generar una tensión V_{ref} de referencia de CC en el terminal positivo de entrada (+) del primer amplificador operacional AOP1. El segundo amplificador operacional AOP2 incluye una entrada positiva (+) adaptada para recibir la tensión V_{ref} de referencia de CC. El segundo amplificador operacional AOP2 también incluye una entrada negativa (-) acoplada a su salida. La salida del segundo amplificador operacional AOP2 está acoplada eléctricamente al la entrada positiva (+) del primer amplificador operacional AOP1 por medio de la resistencia R_{2B} . El segundo amplificador operacional AOP2 incluye una entrada adaptada para recibir una señal EN1 de control.

El circuito 710 de reducción de ruido comprende un generador 712 de rampa, los FET M1-M4, la resistencia $R_{APAGADO}$ y conmutador controlables sensibles a señales EN2, EN2B, EN5 y EN5B de control. En particular, el FET M1 incluye un drenador acoplado eléctricamente a la salida del segundo amplificador operacional AOP2, una fuente acoplada eléctricamente a la salida del primer amplificador operacional AOP1, y una puerta acoplada eléctricamente al generador 712 de rampa por medio de un conmutador controlable EN5. El FET M2 incluye un drenador acoplado eléctricamente a la salida del primer amplificador operacional AOP1 por medio de la resistencia $R_{APAGADO}$, una fuente acoplada eléctricamente a tierra o a V_{ss} , y una puerta adaptada para recibir la señal EN3 de control.

El FET M3 incluye un drenador adaptado para recibir el componente negativo V_{im} de la señal de audio de entrada por medio de la resistencia R_{1A} , una fuente acoplada eléctricamente a la entrada negativa (-) del primer amplificador operacional AOP1, y una puerta acoplada eléctricamente a la puerta del FET M4 y al generador 712 de rampa por medio del conmutador controlable EN2. El FET M4 incluye un drenador adaptado para recibir el componente positivo V_{ip} de la señal de audio de entrada por medio de la resistencia R_{1B} , una fuente acoplada eléctricamente a la entrada positiva (+) del primer amplificador operacional AOP1, y una puerta acoplada eléctricamente a la puerta del FET M3 y al generador 712 de rampa por medio del conmutador controlable EN2. El conmutador controlable EN2B está acoplado eléctricamente entre las puertas de los FET M3 y M4 y tierra o V_{ss} . El conmutador controlable EN5B está acoplado eléctricamente entre la puerta del FET M1 y tierra o V_{ss} . La operación del sistema 700 de audio se explica como sigue.

La FIG. 8 ilustra un cronograma de señales ejemplares de control para el sistema 700 de audio según otro aspecto de la divulgación. El cronograma incluye cinco (5) instantes t_1 -5 que se hacen notar. El instante t_1 representa el comienzo de la operación de encendido del sistema 700 de audio y, en particular, el procedimiento de aplicación suave de la tensión V_{ref} de referencia de CC a la salida del primer amplificador operacional AOP1 de una manera que reduzca o elimine el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado 750. El instante t_2 representa el final de procedimiento de aplicación suave de la tensión V_{ref} de referencia de CC a la salida del primer amplificador operacional AOP1. El instante t_3 representa el comienzo del acoplamiento de la señal de audio de entrada (que puede incluir una tensión de compensación de CC) a la entrada del primer amplificador operacional AOP1 de una manera que reduzca o elimine el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado 750. El instante t_4 representa el final del procedimiento de acoplamiento de la señal de audio de entrada a la entrada del primer amplificador operacional AOP1. Y el instante t_5 representa el comienzo de la operación de apagado del sistema 700 de audio.

Antes del instante t_1 , las señales EN1, EN2, EN4 y EN5 de control están en un nivel lógico bajo, y la señal EN3 de control está en un nivel lógico alto. En esta configuración, los amplificadores operacionales primero y segundo AOP1-2 y el generador 712 de rampa están deshabilitados, los FET M1, M3 y M4 están desactivados, el FET M2 está activado, los conmutadores controlables EN2 y EN5 están en su posición abierta y los conmutadores controlables EN2B y EN5B están en su posición cerrada.

En el instante t_1 , las señales EN1, EN4 y EN5 de control pasan del nivel lógico bajo al nivel lógico alto, y la señal EN3 de control pasa del nivel lógico alto al nivel lógico bajo. Que la señal EN1 de control esté en el nivel lógico alto provoca que el segundo amplificador operacional AOP2 produzca la tensión V_{ref} de referencia de CC en su salida y en el drenador del FET M1. Que la señal EN5 de control esté en el nivel lógico alto provoca que el conmutador controlable EN5 esté en la posición cerrada y que el conmutador controlable EN5B esté en la posición abierta. Que la señal EN4 de control esté en el nivel lógico alto habilita el generador 712 de rampa para que empiece a generar una primera tensión V_{ctl1} de control en rampa. Que la señal EN3 de control esté en el nivel lógico bajo desactiva el FET M2.

Entre los instantes t_1 and t_2 , la primera tensión V_{ctl1} de control ascendente hace que la resistencia R_{DS} del FET M1 disminuya de una manera relativamente suave, para aplicar suavemente la tensión V_{ref} de referencia de CC a la salida del primer amplificador operacional AOP1 de una manera que reduzca o elimine el ruido de chasquidos o

crepitaciones generado por el altavoz asociado 750, tal como se ha expuesto previamente con más detalle con referencia a la realización anterior. Ya en el instante t_2 , la tensión en la salida del primer amplificador operacional AOP1 debería estar sustancialmente a la tensión V_{ref} de referencia de CC. En el instante t_2 , las señales EN4 y EN5 de control pasan del nivel lógico alto al nivel lógico bajo para deshabilitar el generador 712 de rampa, abrir el conmutador controlable EN5 para desacoplar el generador 712 de rampa de la puerta del FET M1, y cerrar el conmutador controlable EN5B para garantizar que el FET M1 se desactive.

En el instante t_3 , las señales EN2 y EN4 de habilitación pasan del nivel lógico bajo al nivel lógico alto. Que la señal EN2 de control esté en el nivel lógico alto habilita el primer amplificador operacional AOP1, cierra el conmutador controlable EN2 y abre el conmutador controlable EN2B. Que la señal EN4 de control esté en el nivel lógico alto habilita el generador 712 de rampa para que empiece a generar una segunda tensión V_{ctl2} de control en rampa. Entre los instantes t_3 y t_4 , la tensión V_{ctl2} de control ascendente hace que las resistencias de los FET M3 y M4 disminuyan de una manera relativamente suave, para aplicar suavemente la señal de audio de entrada, incluyendo su tensión de compensación de CC, a la entrada del primer amplificador operacional AOP1 y, en consecuencia, a la salida del primer amplificador operacional AOP1 de una manera que reduzca o elimine el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado 750.

En los instantes t_4 y t_5 , el sistema 700 de audio está operando en modo normal o de estado estacionario amplificando la señal de audio de entrada para generar una señal de audio de salida con suficiente nivel de potencia para excitar el altavoz asociado 750. Durante la operación normal o de estado estacionario, el conmutador controlable EN2 permanece cerrado y el generador 712 de rampa genera un nivel lógico alto para mantener los FET M3 y M4 activados. En el instante t_5 , que, como se ha expuesto en lo que antecede, indica el comienzo de la operación de apagado, las señales EN1, EN2 y EN4 de control pasan del nivel lógico alto al nivel lógico bajo, la señal EN3 de control pasa del nivel lógico bajo al nivel lógico alto, y la señal E5 de control permanece en el nivel lógico bajo. Esto lleva al sistema 700 de audio a su modo apagado deshabilitando los amplificadores operacionales AOP1-2 primero y segundo y el generador 712 de rampa, y conectando el FET M2. La conexión del FET M2 hace que las cargas entre los extremos del condensador C_{CA} se disipen de una manera relativamente suave para evitar el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado 750. La resistencia $R_{APAGADO}$ puede estar configurada para proporcionar la disipación relativamente suave de las cargas entre los extremos del condensador C_{CA} .

La FIG. 9 ilustra un diagrama de bloques de un tercer sistema ejemplar 900 de audio según otro aspecto de la divulgación. El sistema 900 de audio está configurado para reducir o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones para el caso en el que el sistema de audio está acoplado al altavoz asociado directamente (por ejemplo, en ausencia de un condensador de acoplamiento de CA). En particular, el sistema 900 de audio comprende un amplificador operacional AOP1, resistencias R_{1A} , R_{1B} , R_{2A} y R_{2B} , los FET M3 y M4, y el generador 902 de rampa. Estos dispositivos pueden implementarse en uno o más circuitos integrados, en dispositivos discretos o en una combinación de uno o más circuitos integrados y uno o más dispositivos discretos.

Más específicamente, el amplificador operacional AOP1 incluye una entrada negativa (-) adaptada para recibir un componente negativo V_{im} de una señal diferencial de audio de entrada por medio de la resistencia R_{1A} y el drenador y la fuente del FET M3. El amplificador operacional AOP1 también incluye un terminal positivo de entrada (+) adaptado para recibir un componente positivo V_{im} de una señal diferencial de audio de entrada por medio de la resistencia R_{1B} y el drenador y la fuente del FET M4. Se entenderá que no es preciso que la señal de audio de entrada esté configurada como una señal diferencial. La resistencia R_{2B} está acoplada entre la entrada positiva (+) del amplificador operacional AOP1 y la V_{ss} o potencial de tierra. El amplificador operacional AOP1 incluye una salida acoplada con la entrada negativa (-) por medio de una resistencia R_{2A} de reacción. La salida del amplificador operacional AOP1 puede estar acoplada al altavoz asociado sin un condensador de acoplamiento de CA interpuesto. El generador 902 de rampa está acoplado a las puertas de los FET M3 y M4 para proporcionarles una señal de control en rampa durante la operación de encendido y/o de apagado. Tanto el amplificador operacional AOP1 como el generador 902 de rampa incluyen una entrada de habilitación para recibir una señal EN1 de control.

En operación, antes del encendido del sistema 900 de audio, la señal EN1 de control está a un nivel lógico bajo para deshabilitar el amplificador operacional AOP1 y el generador 902 de rampa. En el encendido, la señal EN1 de control pasa del nivel lógico bajo al nivel lógico alto. Esto provoca la habilitación del amplificador operacional AOP1 y el generador 902 de rampa. El generador 902 de rampa genera una tensión V_{ctl} de control en rampa ascendente que disminuye suavemente las resistencias de los FET M3 y M4. Esto tiene el efecto de aplicar suavemente la señal de audio de entrada (V_{im} y V_{ip}) a las entradas del amplificador operacional AOP1. Si hay presente alguna compensación de CC en la señal de audio de entrada, el efecto de disminuir suavemente las resistencias de los FET M3 y M4 hace que la tensión amplificada de compensación de CC aparezca suavemente en la salida del amplificador operacional AOP1. El generador 902 de rampa puede ser configurado para que genere la tensión V_{ctl} de control de una manera que la tensión de compensación de CC de transición en la salida del amplificador operacional AOP1 reduzca o elimine el ruido de chasquidos o crepitaciones generado en el altavoz asociado 950.

Durante la operación normal o de estado estacionario, el generador 902 de rampa sigue generando una señal V_{ctl} de control de nivel lógico alto para mantener los FET M3 y M4 activados para permitir que la señal de audio de

entrada esté acoplada a la entrada del amplificador operacional AOP1. En respuesta a una operación de apagado, la señal EN1 de control pasa del nivel lógico alto al nivel lógico bajo para deshabilitar el amplificador operacional AOP1 y el generador 902 de rampa. Alternativamente, el generador 902 de rampa puede ser configurado para que proporcione una tensión en rampa descendente para aumentar suavemente las resistencias de los FET M3 y M4 para desacoplar suavemente la señal de audio de entrada de la entrada del amplificador operacional AOP1. Esto provoca que la tensión en la salida del amplificador operacional AOP 1 decaiga suavemente para evitar o eliminar el ruido de chasquidos o crepitaciones generado por el altavoz asociado 950.

En una o más realizaciones ejemplares, las funciones descritas pueden implementarse en soporte físico, soporte lógico, soporte lógico inalterable o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en soporte lógico, las funciones pueden ser almacenadas o transmitidas como una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento de ordenador como medios de comunicaciones, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa de ordenador de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible que pueda ser objeto de acceso por parte de un ordenador. A título de ejemplo, y no de limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda ser usado para transportar o almacenar código deseado de programa en término de instrucciones o estructuras de datos y que pueda ser objeto de acceso por parte de un ordenador. Además, cualquier conexión es denominada con acierto medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el soporte lógico es transmitido desde un sitio *web*, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, par trenzado, una línea digital de abonado (DSL) u tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas están incluidos en la definición de medio. Tal como se usan en el presente documento, los términos ingleses *disk* y *disc* incluyen el disco compacto (CD), el disco óptico, el disco versátil digital (DVD) [todos ellos denominados *disc*], el disquete [escrito *disk* en inglés] y el disco [*disc*] de Blu-ray, designando *disk* en inglés normalmente a un soporte que reproduce los datos magnéticamente, mientras que *disc* en inglés se refiere a un soporte que reproduce los datos ópticamente con láseres. En el alcance de medios legibles por ordenador también deberían incluir combinaciones de los anteriores.

Aunque la invención ha sido descrita en conexión con aspectos diversos, se entenderá que la invención es susceptible de modificaciones adicionales. Se pretende que la presente solicitud abarque cualquier variación, uso o adaptación de la invención siguiendo, en general, los principios de la invención con referencia a las reivindicaciones adjuntas, e incluyendo tales desviaciones de la presente divulgación que se encuentren dentro de la práctica conocida y habitual dentro de la técnica a la que pertenece la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (700) de audio que comprende:

un medio para amplificar una señal de audio de entrada para generar una señal de audio de salida; y
un medio (710) para reducir el ruido generado por un altavoz asociado (750) aplicando suavemente una
tensión de CC a una salida de los medios de amplificación o eliminándola suavemente de la misma,
caracterizado porque el medio para la reducción de ruido comprende:

un medio para acoplar de forma variable una fuente de la tensión de CC a la salida de los medios de
amplificación; y
un medio (712) para generar una señal de control que disminuye suavemente la resistencia de los
medios de acoplamiento variable para aplicar suavemente a la salida de los medios de amplificación la
tensión de CC procedente de la fuente de una manera que reduzca o elimine el ruido generado por el
altavoz asociado durante una operación de encendido.
2. El sistema de audio de la reivindicación 1 en el que el medio de reducción de ruido comprende, además, un
recorrido seleccionable de corriente adaptado para disipar suavemente las cargas de la salida del medio de
amplificación para disminuir la tensión de CC de una manera que reduzca el ruido generado por el altavoz
asociado durante una operación de apagado.
3. El sistema de audio de las reivindicaciones 1 o 2 en el que el medio de generación de señales de control
comprende:

un medio para generar selectivamente una primera corriente en respuesta a una señal de control;
un medio para generar una segunda corriente que está relacionada con la primera corriente por una
primera proporción;
un medio para generar una tercera corriente que está relacionada con la primera corriente por una segunda
proporción;
un medio para generar una cuarta corriente que es sustancialmente la diferencia entre las corrientes
segunda y tercera; y
un medio para generar la señal de control a partir de la cuarta corriente.
4. El sistema de audio de cualquier reivindicación precedente en el que la tensión de CC en la salida del
amplificador se deriva de una tensión de compensación de CC presente en la señal de audio de entrada y en el
que el medio de reducción de ruido comprende:

un medio para acoplar la señal de audio de entrada al medio de amplificación; y
un medio para generar una señal de control que disminuye o aumenta la resistencia del medio de
acoplamiento para aplicar suavemente la señal de audio de entrada, incluyendo la segunda tensión de
compensación de CC a la entrada del medio de amplificación, o eliminarla suavemente, de una manera que
reduzca o elimine el ruido generado por el altavoz asociado durante una operación de encendido o
apagado, respectivamente.
5. El sistema de audio de cualquier reivindicación precedente en el que el medio de amplificación comprende un
amplificador operacional.
6. El sistema de audio de cualquier reivindicación precedente en el que el ruido incluye ruido de chasquidos y
crepitaciones.
7. El sistema de audio de la reivindicación 2 en el que el recorrido de corriente comprende un elemento resistivo
en serie con un conmutador controlable.
8. El sistema de audio de la reivindicación 7 en el que el elemento resistivo comprende una resistencia y el
conmutador controlable comprende un transistor de efecto campo (FET) que tiene el drenador y la fuente en
serie con la resistencia y una puerta adaptada para recibir una señal de control.
9. El sistema de audio de cualquier reivindicación precedente que, además, comprende una fuente adaptada para
generar la tensión de CC.
10. El sistema de audio de cualquier reivindicación precedente en el que el medio de generación comprende un
generador de rampa y el medio de acoplamiento variable comprende un transistor de efecto campo (FET).
11. Un procedimiento de operación de un sistema de audio que comprende un amplificador, comprendiendo el
procedimiento la aplicación de una tensión de CC a una salida del amplificador de una manera que reduzca o
elimine el ruido generado por el altavoz asociado, **caracterizado porque** la aplicación de la tensión de CC,
además, comprende:

acoplar de manera variable una fuente de la tensión de CC a la salida del amplificador; y
generar una señal de control que disminuye suavemente la resistencia del acoplamiento variable para
aplicar suavemente la tensión de CC procedente de la fuente a la salida del amplificador de una manera
que reduzca o elimine el ruido generado por el altavoz asociado durante una operación de encendido.

- 5 **12.** El procedimiento de la reivindicación 11 en el que el ruido incluye ruido de chasquidos y crepitaciones.
- 13.** El procedimiento de las reivindicaciones 11 o 12 en el que la generación de una señal de control comprende:
- 10 generar selectivamente una primera corriente en respuesta a una señal de control;
 generar una segunda corriente que está relacionada con la primera corriente por una primera proporción;
 generar una tercera corriente que está relacionada con la primera corriente por una segunda proporción;
 generar una cuarta corriente que es sustancialmente la diferencia entre las corrientes segunda y tercera; y
 generar la señal de control a partir de la cuarta corriente.
- 14.** El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 11-13 en el que la tensión de CC en la salida del
amplificador se deriva de una tensión de compensación de CC presente en una señal de audio que es una
entrada del amplificador, y comprendiendo el procedimiento, además:
- 15 acoplar la señal de audio de entrada al medio de amplificación; y
 generar una señal de control que disminuye o aumenta la resistencia del acoplamiento entre la señal de
audio de entrada y el medio de amplificación para aplicar suavemente la señal de audio de entrada,
incluyendo la segunda tensión de compensación de CC a la entrada del medio de amplificación, o eliminarla
suavemente, de una manera que reduzca o elimine el ruido generado por el altavoz asociado durante una
20 operación de encendido o apagado, respectivamente.

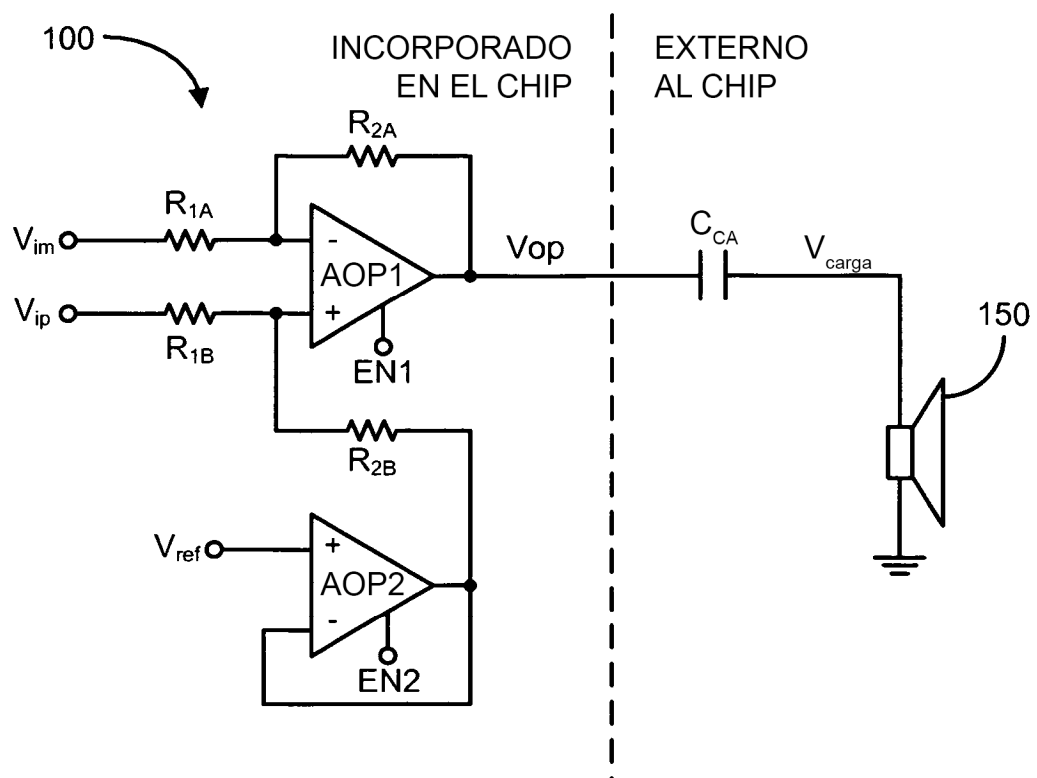


FIG. 1

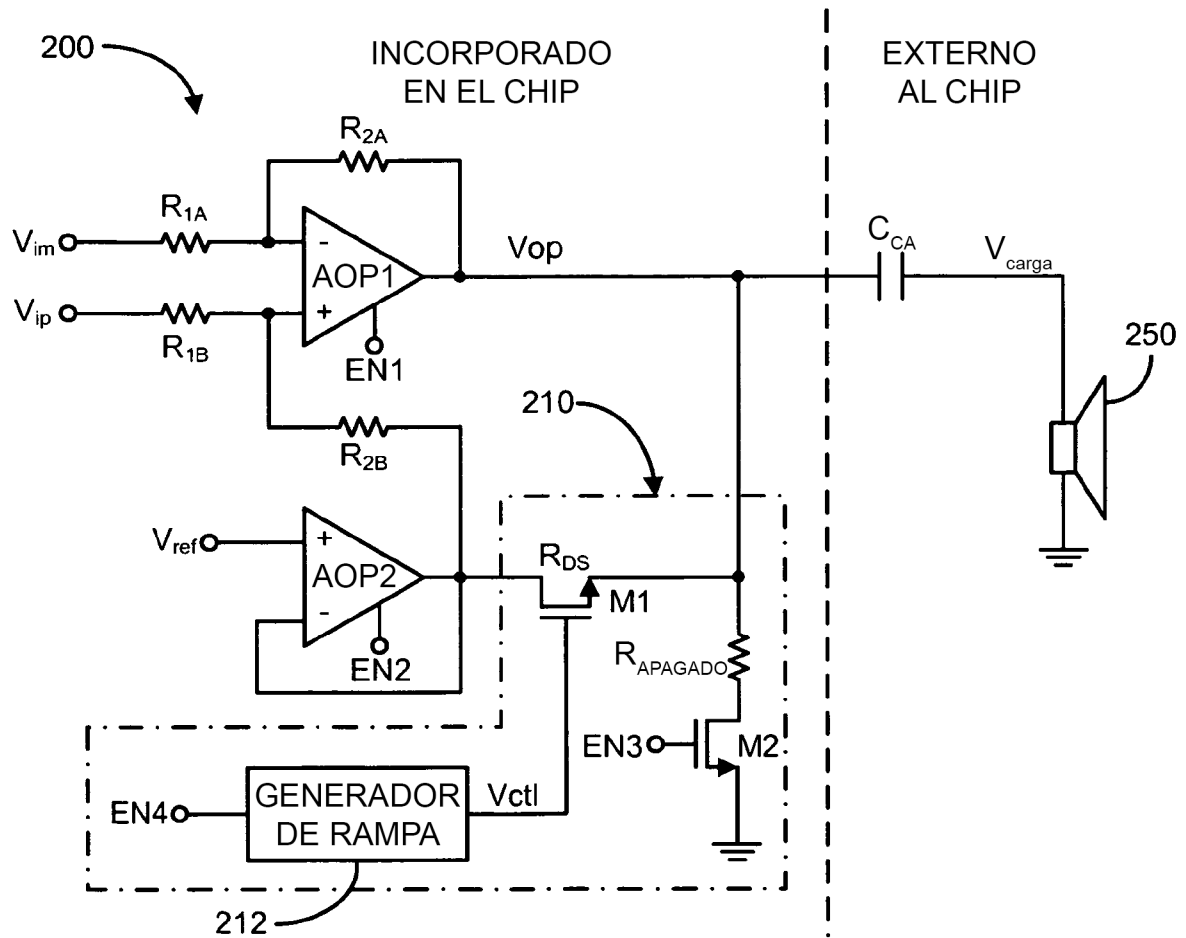


FIG. 2

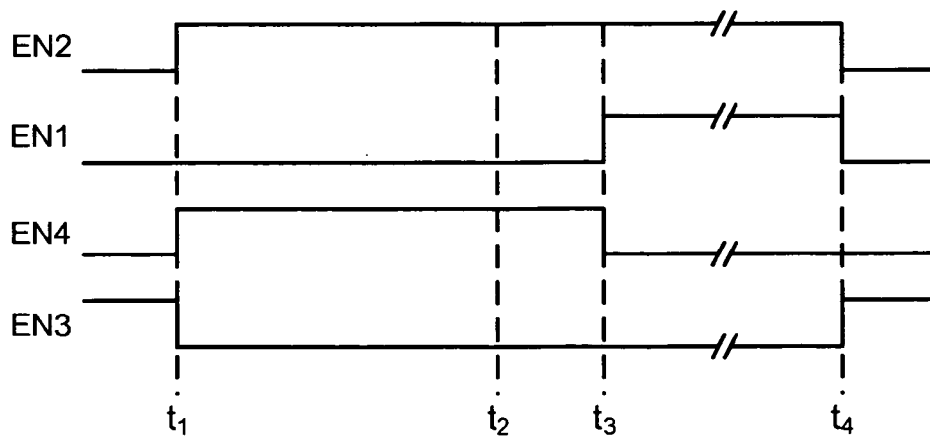
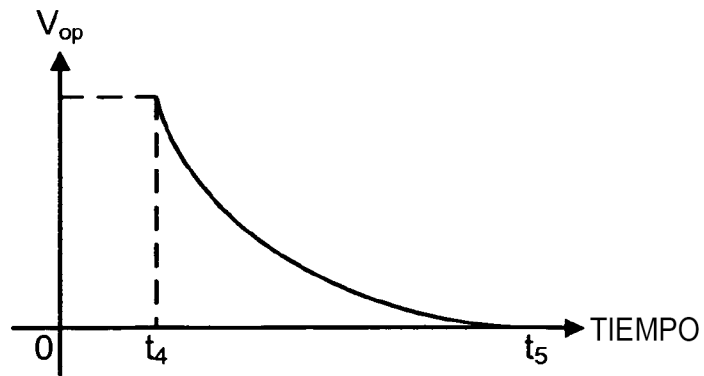
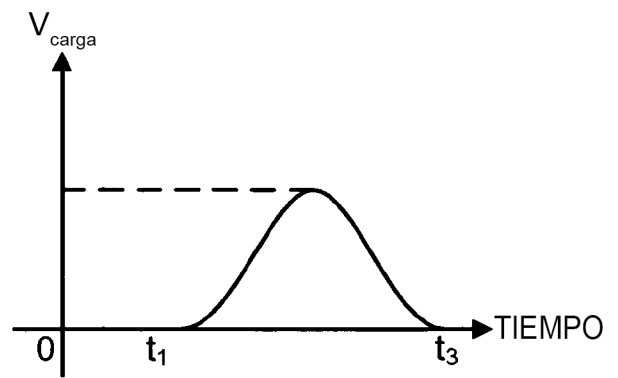
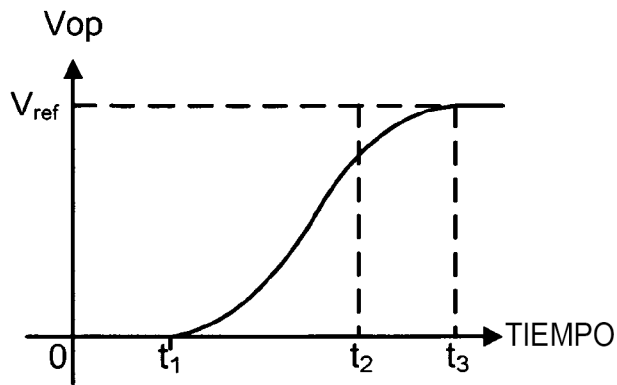
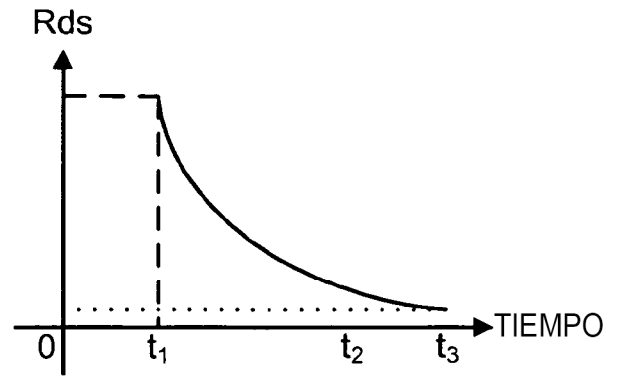
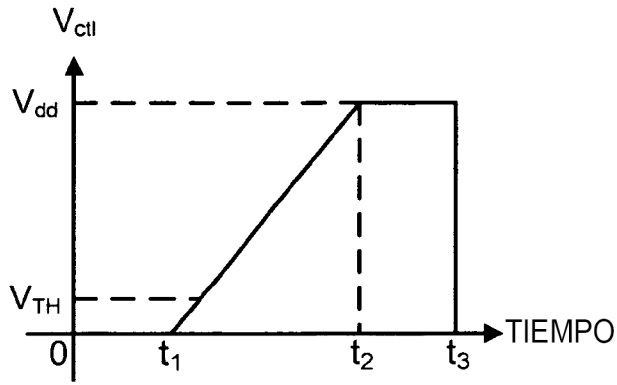


FIG. 3



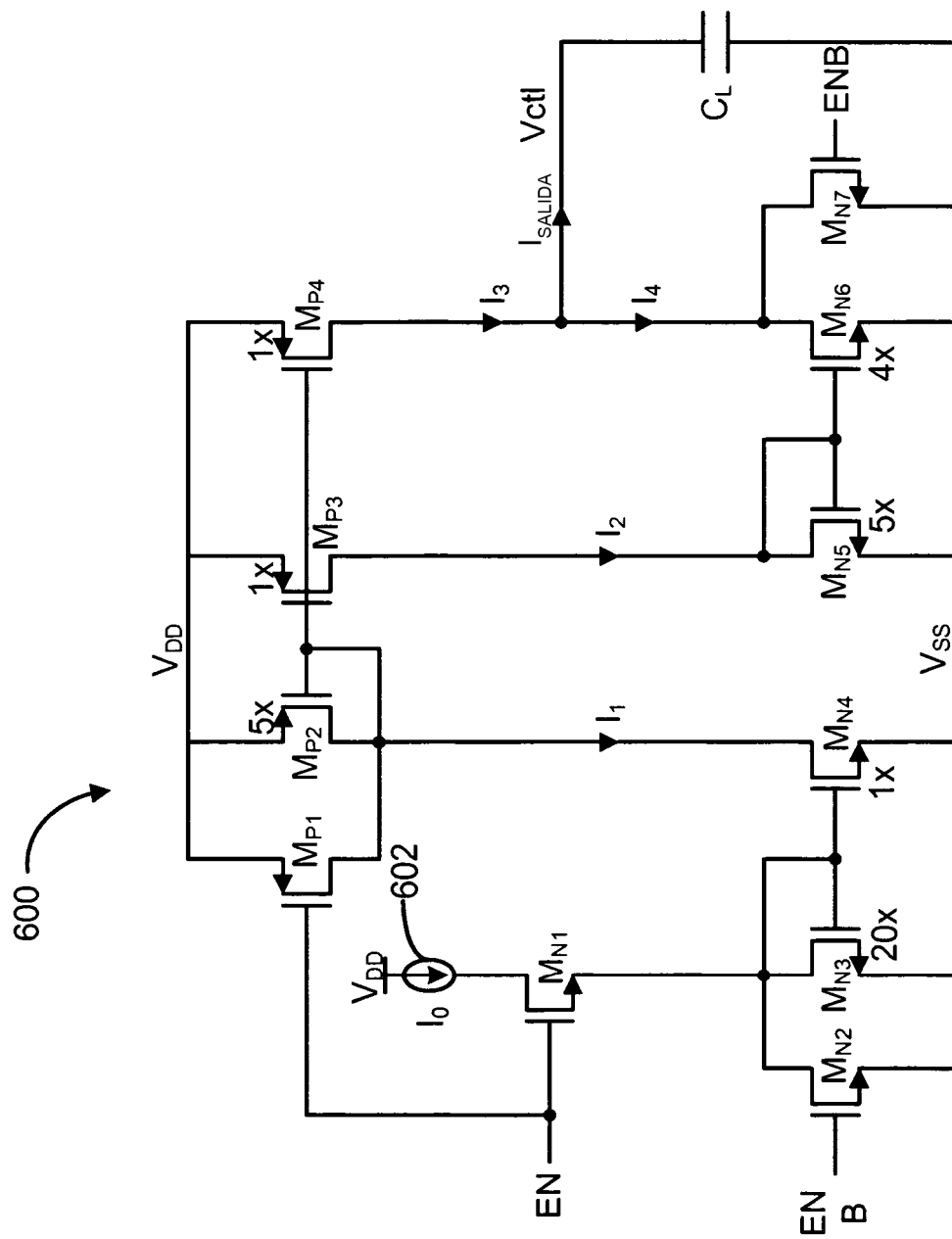


FIG. 6

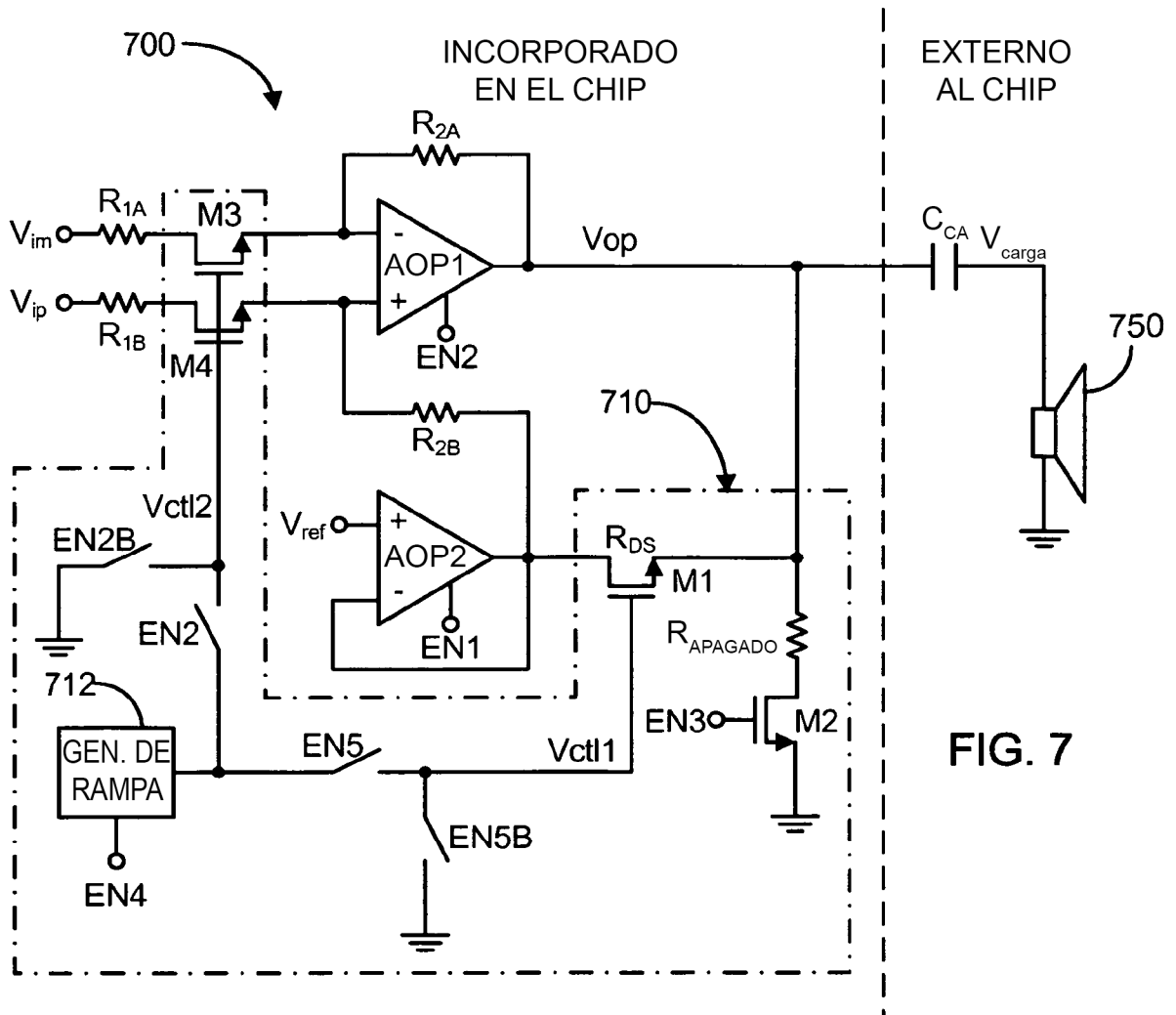


FIG. 7

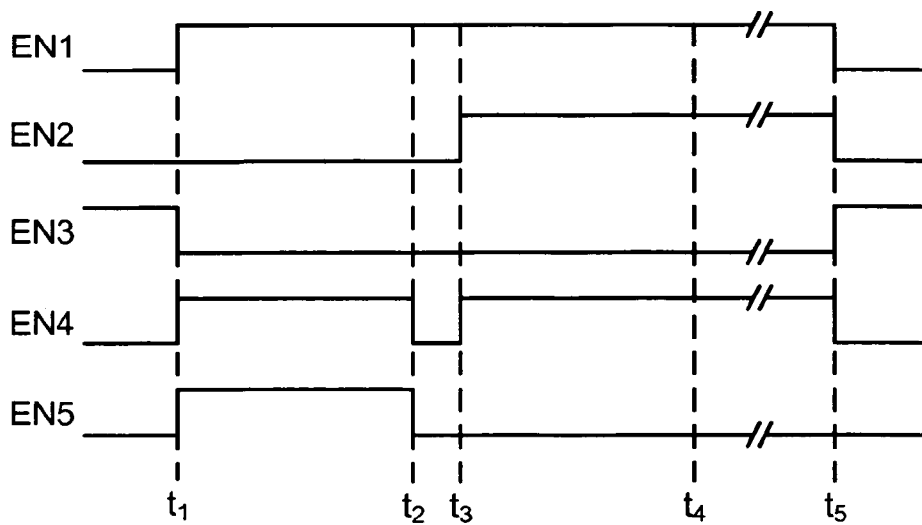


FIG. 8

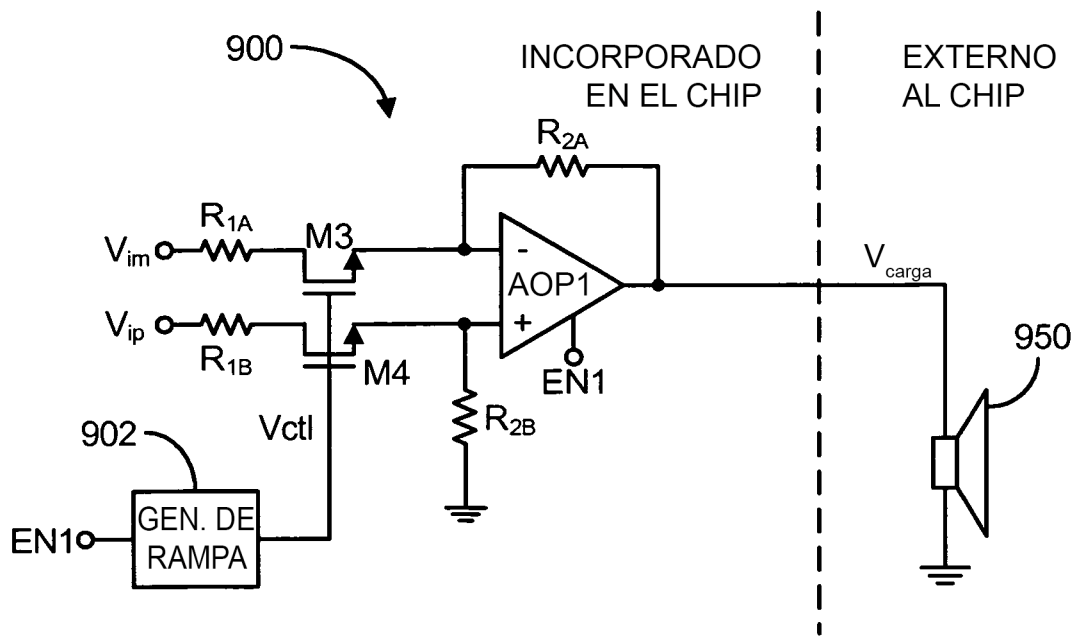


FIG. 9