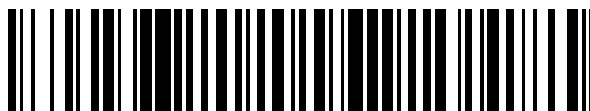


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 228**

51 Int. Cl.:

G10H 3/18 (2006.01)

G10H 1/053 (2006.01)

G10H 1/055 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2016** **PCT/AU2016/050199**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016** **WO16149747**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2016** **E 16767524 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020** **EP 3271916**

54 Título: **Brazo y sistema de vibrato**

30 Prioridad:

20.03.2015 AU 2015901017

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

09.04.2021

73 Titular/es:

**TECHNOLOGY CONNECTIONS INTERNATIONAL
PTY LTD (100.0%)**

**6 Bridge Road North Ryde
Sydney, New South Wales 2113, AU**

72 Inventor/es:

WALKER, PETER JOSEPH

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 818 228 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

Brazo y sistema de vibrato

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a la provisión de una función de vibrato para un instrumento musical, particularmente un instrumento de cuerda como una guitarra.

Antecedentes de la invención

10 Las guitarras han sido un instrumento musical importante en la música occidental popular durante más de 70 años. La guitarra eléctrica ha sido ampliamente utilizada, modificada, y las señales de salida sometidas a una amplia variedad de modificaciones electrónicas. Por ejemplo, muchos de los efectos distintivos de los guitarristas eléctricos son el resultado del uso de pedales especialmente diseñados y otros dispositivos de modificación. Estos, junto con la capacidad y habilidad del artista, permiten una enorme variedad de efectos, sonidos y estilos de reproducción.

15 Otro aspecto de la dinámica de interpretación de muchos guitarristas es el uso de la barra Whammy o brazo de vibrato. Esto permite variar el tono de una nota con respecto al valor regular de la nota. El término se usa ampliamente en instrumentos de cuerda, por ejemplo, en relación con los violines y con la voz humana. Cabe señalar que, en muchos casos, este componente en el contexto de la guitarra se denomina erróneamente brazo de trémolo, trémolo es, de hecho, la variación de amplitud en lugar de tono o frecuencia. La presente invención se refiere a la provisión de un dispositivo de vibrato para guitarras y otros instrumentos musicales.

20 Los dispositivos de vibrato para guitarras eléctricas se conocen desde la década de 1930 y se generalizaron durante las décadas de 1950 y 1960. Los brazos de vibrato existentes en uso son todos de naturaleza mecánica. En esencia, alteran el tono de las cuerdas utilizando un sistema mecánico para disminuir o aumentar la tensión de las cuerdas, con una disminución o aumento correspondiente en el tono. Cambiar el tono de esta manera tiene varios inconvenientes inherentes.

25 Un problema particular es que es posible que alguna o todas las cuerdas no vuelvan exactamente al tono correcto cuando se suelta el brazo de vibrato. El tensado de las cuerdas, los errores inherentes al diseño mecánico de retorno al centro y la posibilidad de que las cuerdas se atasquen en la tuerca o el puente durante la manipulación son las causas subyacentes de este problema. Estos factores pueden producir alteraciones no deseadas en la tensión de la cuerda, afectando la afinación del instrumento. La afinación correcta es una cuestión de alta precisión y conocimiento técnico, complicada por el requisito de que el instrumento debe ser correcto en su tono absoluto, manteniendo un tono relativo preciso en todas las cuerdas del instrumento. Esto hace que el ajuste sea un procedimiento complejo, con errores particularmente obvios cuando hay dos instrumentos tocando juntos, como en este caso, cualquier discrepancia es aún más evidente.

30 El cambio de tensión inherente al funcionamiento de un brazo de vibrato impone también tensión en el cuello, cuerdas y cuerpo del instrumento. Esto limita el grado de cambio de tono que es posible, así como los tipos de instrumentos que pueden tener instalada una barra de vibrato. Por ejemplo, los requisitos mecánicos y estructurales de los sistemas de vibrato generalmente han impedido su uso en guitarras acústicas.

35 Se han propuesto varios intentos para resolver estos problemas, por ejemplo, como se describe en http://en.wikipedia.org/wiki/Vibrato_systems_for_guitar. Estos incluyen el puente flotante (Stratocaster®), guías de cuerdas giratorias (Bigsby), cuerdas bloqueadas (Floyd Rose), sistemas de apalancamiento múltiple (Wilkinson y col.).

40 Si bien proporcionan mejoras en algunos aspectos sobre los sistemas de la técnica anterior, todos estos sistemas adolecen de la necesidad de imponer sistemas mecánicos complejos simplemente para compensar las deficiencias en un enfoque mecánico del vibrato.

45 Más recientemente, dispositivos electrónicos, controlados por pedales o interruptores, han permitido que se apliquen cambios de tono a la salida de una guitarra eléctrica, normalmente utilizando un enfoque de procesamiento de señales digitales (DSP). Si bien dicho sistema es capaz de producir cambios de tono, el uso de un pedal o interruptor por parte del artista no permite el nivel de control fino o expresión que proporciona un brazo de vibrato. Adicionalmente, los procedimientos de control con el pie - pedal arriba: sin cambios, pedal abajo: cambio máximo: permiten la alteración del tono en una sola dirección a la vez. Esta limitación es inherente al control del interruptor.

50 Algunas divulgaciones en la literatura de patente anterior desvelan el principio de usar un brazo de vibrato mecánico, para proporcionar control de un dispositivo de control de tono electrónico y, por lo tanto, proporcionar los beneficios del mecanismo de vibrato mecánico, controlado a mano sin conexión mecánica a las cuerdas del instrumento.

Por ejemplo, el documento US 5631435 de Hutmacher desvela un sensor fotoeléctrico para el movimiento de un brazo de vibrato mecánico, con el brazo sujeto entre la tensión de los resortes helicoidales, para permitir el retorno del brazo a una posición central.

La patente de Estado Unidos n.º 7049504 de Galoyan desvela una disposición que usa un eje y resortes de torsión

para devolver el brazo de vibrato a la posición central. En este caso, la posición se detecta mediante el giro de un potenciómetro.

5 El documento WO 2005104089 de Ruokangas y *col.* desvela la idea general de un brazo de vibrato que funciona mecánicamente y controla el vibrato usando una unidad de efectos. El brazo de vibrato desvelado usa resortes de compresión y una variedad de posibles sensores diferentes para la posición de giro del brazo.

Ninguna de las referencias de patentes anteriores parece haber entrado en uso comercial. En diversos aspectos, todas estas divulgaciones no logran definir un sistema que sea capaz de un funcionamiento preciso, repetible por parte del instrumentista.

10 El documento JP 2012 185218 A de Yamaha Corp desvela un aparato de control musical para un teclado que tiene un joystick que se usa para seleccionar la región de operación preferida.

El documento JP 2007 057725 A de Casio Computer Co. Ltd. desvela un aparato de control de tono musical para un teclado que detecta la posición de un operador de inflexión de tono que cambia continuamente el tono a medida que aumenta la cantidad de desplazamiento desde una posición de referencia.

15 El documento JP H06 35472 A de Roland Corp desvela un dispositivo funcional para un instrumento musical electrónico que tiene un modulador de tono.

De forma similar, estas referencias no logran definir un sistema que sea capaz de un funcionamiento preciso, repetible por parte del instrumentista.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de vibrato que sea capaz de un funcionamiento preciso, repetible por parte de un instrumentista.

20 La referencia en esta memoria descriptiva a cualquier publicación anterior (o información establecida de la misma), o cualquier asunto que se conozca, no es, y no debe tomarse como un reconocimiento o admisión o cualquier forma de sugerencia de que esa publicación previa (o información establecida de la misma) o materia conocida forma parte del conocimiento general común en el campo de trabajo al que se refiere esta memoria descriptiva.

Sumario de la invención

25 En una primera forma amplia, la presente invención proporciona un dispositivo de control de vibrato con un brazo y sensores para detectar la posición del brazo. Estos datos de posición se envían a un dispositivo de control, que procesa los datos para proporcionar entrada a un dispositivo de control de tono.

30 En un aspecto, la presente invención proporciona un sistema de vibrato manual de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta, que incluye un dispositivo de control de vibrato operado manualmente que tiene un brazo, un sensor de giro para detectar el giro del brazo y producir datos de giro, y un procesador que recibe dichos datos y está adaptado para enviar instrucciones de cambio de tono a un dispositivo de modificación de tono.

35 De acuerdo con una realización ejemplar, se puede proporcionar un procedimiento para proporcionar vibrato, incluyendo el procedimiento recibir datos de giro desde un dispositivo de control de vibrato operado manualmente que tiene un brazo, siendo los datos de giro indicativos del giro del brazo, y procesando dichos datos de giro para dar instrucciones de cambio de tono a un dispositivo de modificación de tono.

40 De acuerdo con una realización ejemplar, se proporciona un dispositivo de control de vibrato manual para su uso con un dispositivo de modificación de tono electrónico, en el que el dispositivo incluye un eje giratorio, una sección de leva elevada en el eje, primer y segundo collarines recibidos en el eje a cada lado de la sección de leva, pudiendo cada collarín girar en relación con el eje y teniendo un sesgo elástico que lo impulsa hacia una posición central, siendo el sesgo del primer collarín giratoriamente opuesto al sesgo del segundo collarín, acoplándose el primer y segundo collarines y la sección de leva en superficies respectivas de forma que cuando el eje gira en una dirección, recibe una fuerza de retorno del primer collarín pero no gira el segundo collarín, y que cuando el eje gira en la segunda dirección opuesta, recibe una fuerza de retorno del segundo collarín pero no gira el primer collarín.

45 De acuerdo con otra realización ejemplar, se proporciona un dispositivo de control de vibrato manual, incluyendo el dispositivo un eje giratorio, un brazo recibido en el eje, dos imanes dispuestos en el eje o adyacentes al mismo y que tienen polaridades opuestas, y un sensor de efecto Hall colocado estacionario con respecto al giro del eje, de tal forma que los imanes giran con el eje, y el sensor mide los cambios en el valor y la polaridad del campo magnético para producir datos de giro indicativos de la posición de giro del eje.

50 De acuerdo con otra realización ejemplar, se proporciona un procedimiento para detectar la posición de un eje giratorio, el procedimiento incluye proporcionar dos imanes dispuestos en el eje o adyacentes al mismo y que tienen polaridades opuestas, proporcionar un sensor de efecto Hall posicionado estacionario en relación con el giro del eje, de tal forma que los imanes giran con el eje, el sensor mide los cambios en el valor y la polaridad del campo magnético, para producir de ese modo datos de giro indicativos de la posición de giro del eje.

De acuerdo con otra realización ejemplar, se proporciona un dispositivo de control de vibrato manual, incluyendo el dispositivo un eje giratorio, una sección de leva elevada en el eje, un primer collarín recibido en el eje y que se acopla a la primera sección de leva, un segundo collarín recibido en el eje y que se acopla a una segunda sección de leva, pudiendo cada collarín girar en relación con el eje y teniendo un sesgo elástico que lo impulsa hacia una posición central, siendo el sesgo del primer collarín giratoriamente opuesto al sesgo del segundo collarín, acoplándose el primer y segundo collarines y la primera y segunda secciones de leva en superficies respectivas de forma que cuando el eje gira en una dirección, recibe una fuerza de retorno del primer collarín pero no gira el segundo collarín, y que cuando el eje gira en la segunda dirección opuesta, recibe una fuerza de retorno del segundo collarín pero no gira el primer collarín.

Las implementaciones permiten un mecanismo que proporciona una función de retorno al centro de forma confiable, precisa, que no depende mucho de que el sesgo aplicado al primer y segundo collarines sea exactamente el mismo.

En consecuencia, las implementaciones de la presente invención permiten un mecanismo de centrado preciso y exacto, e información de posición confiable para la recogida. El procesamiento de los datos de posición y parámetros seleccionables por el usuario, permite un sistema de vibrato centrado en el instrumentista, que es completamente electrónico en su procesamiento, pero, sin embargo, conserva la capacidad de un excelente control y dinámica del instrumentista.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá una realización ilustrativa de la presente invención con referencia a las Figuras adjuntas, en las que:

la Figura 1 es una vista general que ilustra una realización de la presente invención con una guitarra;

la Figura 2 ilustra esquemáticamente una disposición similar a la Figura 1, pero usando una conexión inalámbrica;

la Figura 3 ilustra en una vista parcialmente en despiece de una implementación de un brazo de vibrato de acuerdo con la presente invención;

la Figura 4 muestra otra vista en despiece del brazo de la Figura 3;

la Figura 5 muestra una fotografía de un dispositivo ensamblado similar a las Figuras 3 y 4;

la Figura 6 es una ilustración esquemática de la zona nula en el funcionamiento de un brazo ilustrativo;

la Figura 7 es una ilustración esquemática de la zona nula y de la zona de borde en el funcionamiento de un brazo ilustrativo; y

la Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el cambio de dirección del tono;

la Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra la detección de zona nula;

la Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra el procesamiento de la zona TZ;

la Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra la re-escala del control de tono;

la Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra el control de los cambios de tono máximo y mínimo;

la Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra el control de la re-escala de arco;

la Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra la re-escala a escala MIDI;

la Figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra el control de procesamiento general para una implementación de la invención;

las Figuras 16A y 16B son vistas de una soporte para un dispositivo de acuerdo con la presente invención; y

la Figura 17 es una vista lateral, parcialmente en sección, de una implementación alternativa de vibrato mecánico.

Descripción detallada de la invención

Los siguientes ejemplos e implementaciones están destinados a ser ilustrativos y no limitativos por naturaleza. Se observa en particular que hay varios conceptos inventivos desvelados, que pueden usarse juntos o, en muchos casos, por separado y producir ventajas significativas sobre los dispositivos existentes. De este modo, los componentes de la realización ilustrativa general pueden utilizarse por separado o en sus diversas combinaciones. En particular, las implementaciones pueden incluir algunas o todas las características de software descritas.

En las Figuras, se utilizan números de referencia similares para identificar partes similares en todas las Figuras.

La presente invención se describirá principalmente con referencia a guitarras eléctricas y acústicas de 6 cuerdas. Puede aplicarse a guitarras de 4, 6, 7, 8 o 12 cuerdas. Sin embargo, la presente invención está adaptada para ser implementada utilizando otros instrumentos, particularmente instrumentos de cuerda como los bajos, mandolinas y otras formas de guitarras e instrumentos similares. Con las modificaciones adecuadas, los aspectos de la presente invención son aplicables a cualquier instrumento musical deseado.

También se apreciará que, si bien la presente invención se describe principalmente con referencia a un dispositivo adicional, los diversos aspectos de la presente invención pueden integrarse con otros dispositivos al momento de la fabricación. Por ejemplo, el brazo de vibrato podría instalarse al momento de la fabricación en una guitarra, o la caja de vibrato podría integrarse en una guitarra, un amplificador, una unidad de efectos o una unidad de control de tono. Sin embargo, para mayor comodidad y claridad, estos se describirán como elementos añadidos a una configuración de guitarra existente.

El sistema descrito está previsto para su uso con una guitarra eléctrica convencional. La guitarra tendría un amplificador asociado y, en la mayoría de los casos, uno o más pedales de efectos u otros dispositivos para modificar la salida de la guitarra o el amplificador. Estos aspectos convencionales no requieren cambios y no se describirán en detalle. La invención se puede aplicar a cualquier guitarra convencional o accesorios relacionados. En particular, la presente invención se puede aplicar a instrumentos acústicos, así como instrumentos eléctricos.

La presente invención tiene diversos aspectos que están específicamente dirigidos a asegurar que el brazo de vibrato regrese a la posición correcta, y asegurar que las pequeñas variaciones (como se explicará con más detalle a continuación) sean gestionadas y procesadas por el software para producir el resultado musical que pretende el instrumentista.

Otros aspectos están dirigidos a las funciones que permiten un rendimiento mejorado y proporcionan opciones y funciones adicionales para que las utilice el instrumentista.

La Figura 1 ilustra en general la aplicación de un dispositivo 10 de vibrato de acuerdo con la presente invención en una guitarra. El dispositivo 10 de vibrato se fija a la guitarra 39 detrás del puente de la guitarra 39. El dispositivo 10 de vibrato incluye un brazo 20 que está adaptado para girar, como se explicará más adelante.

La guitarra se muestra conectada a través de un cable 33 convencional a un dispositivo 36 de control de tono. Esta, a su vez, transmite a un amplificador 38. El dispositivo 10 de vibrato está conectado a través del cable 31 a la caja 30 de control, que a su vez está conectada a través de una conexión MIDI a la unidad 36 de cambio de tono. Se enfatiza que en la implementación preferida, el dispositivo 10 de vibrato y la caja 30 de control no se interponen de ningún modo entre la guitarra y el amplificador. Así pues, cuando la unidad 36 de cambio de tono está en modo de derivación verdadero, la señal de la guitarra irá directamente al amplificador.

En una implementación alternativa, como se muestra en la Figura 2, el dispositivo 10 de vibrato incluye un sistema 31A de comunicación inalámbrico, por ejemplo, Bluetooth o Wi-Fi. Se proporciona un receptor 30A adecuado en la caja 30 de control, para que los datos del dispositivo 10 de vibrato se puedan enviar de forma inalámbrica a la caja 30 de control. Se apreciará que el dispositivo de vibrato necesitaría una batería en esta implementación.

Se apreciará que la disposición de fijación es puramente para estabilizar el brazo de modo que se pueda tocar el dispositivo. Los resortes de torsión no imponen nada como la carga de un sistema de vibrato convencional, en el que el instrumentista trabaja de una forma u otra contra la tensión combinada de las cuerdas de la guitarra y los pesados resortes de retorno del mecanismo. De este modo, los requisitos estructurales son mínimos, puesto que no se ejerce una gran tensión contra el tensado de las cuerdas que debe soportarse por la guitarra. Como resultado, este sistema es fácilmente aplicable a instrumentos de construcción más ligeros, por ejemplo, guitarras acústicas y otros instrumentos de cuerda.

Se puede utilizar un soporte universal para adaptarse a prácticamente cualquier guitarra, eléctrica o acústica. Haciendo referencia a las Figuras 16A y 16B, se puede ver un soporte 50. En la Figura 16A, la superficie 52 inferior que se fija a la guitarra es visible, así como una zona de adhesivo, proporcionado por cinta de doble cara u otras técnicas adecuadas. Debido al diseño interno de las partes móviles de acuerdo con esta implementación, la cinta no tiene que soportar grandes fuerzas de separación. Los momentos de las fuerzas se distribuyen, por lo que la unión requerida es relativamente baja.

En la Figura 16A, el lado superior del soporte es visible. La parte inferior del cuerpo del dispositivo vibrato de acuerdo con la presente implementación tiene ranuras que se deslizan en carriles 54 cautivantes en el soporte. Una ventaja de esta disposición es que se pueden colocar varios soportes en diferentes guitarras, para que el dispositivo de vibrato se pueda mover según sea necesario. Como alternativa, las guitarras pueden incluir un soporte integrado. Por supuesto, en implementaciones adecuadas se podría utilizar cualquier soporte deseado.

La Figura 2 ilustra las conexiones entre el dispositivo 10 de vibrato, la caja 30 de control, la guitarra y el dispositivo de cambio de tono. La implementación ilustrada usa una caja 30 de control de vibrato para recibir señales del dispositivo 10 de vibrato (como se describirá a continuación) y para procesar esas señales para producir datos para un dispositivo 36 de cambio de tono.

En una implementación preferida, el dispositivo de cambio de tono es una unidad disponible comercialmente, tal como Digitech Whammy V, que acepta una entrada MIDI (Interfaz digital de instrumentos musicales). MIDI es un protocolo bien conocido para conectar dispositivos musicales (por ejemplo, teclados) con unidades electrónicas (por ejemplo, samplers). El protocolo se comprende bien y se practica ampliamente en la industria, y se describe con más detalle en, por ejemplo, <http://www.midi.org/techspecs/>, cuyos contenidos son incorporados por referencia en el presente documento. Como se trata de un estándar industrial, esto no se desvelará con más detalle.

Por supuesto, si bien esta es la disposición preferida, se podrían usar otros modos y técnicas distintos del enfoque MIDI descrito para conectar la caja 30 de control al dispositivo 36 de cambio de tono.

El protocolo MIDI incluye cambios de programa - para cambiar de un programa a otro en forma de conmutación- y cambios de control, que permiten enviar y decodificar cambios de valores (analógicos/proporcionales). La caja 30 de control utiliza ambos aspectos.

La caja 30 de control incorpora un microprocesador, por ejemplo, un ATmega328 de Atmel. Este procesador tiene un convertidor interno analógico a digital, necesario para transformar la tensión variable de un sensor a datos digitales para su procesamiento. La caja de control incluye también interruptores e indicadores LED, para el control del usuario y la retroalimentación del estado. El microprocesador está preferentemente adaptado para enviar señales MIDI al dispositivo de cambio de tono, pero también puede adaptarse a otros formatos de salida como tensión de control (CV), series RS232/485 y similares.

En resumen, la trayectoria de flujo de operación de la caja de control es la siguiente :

- 1) Un sensor detecta los movimientos de la palanca de vibrato.
- 2) El sensor produce una tensión analógica variable proporcional al movimiento.
- 3) El microprocesador convierte esa tensión analógica en datos digitales.
- 4) El microprocesador utiliza algoritmos para modificar los datos para proporcionar diversas funciones y mejoras de funcionamiento.
- 5) Antes de pasar a la siguiente etapa, los datos son formateados para que coincidan con el procedimiento de control del DSP de cambio de tono seleccionado, en este ejemplo, datos MIDI.

Cabe señalar que la naturaleza y el origen de la tensión analógica se explicarán más adelante. Esta trayectoria de flujo es aplicable a una variedad de: procedimientos de detección de giro/movimiento; sensores y geometrías de montaje; microprocesadores; requisitos de formato de salida.

La caja 30 de control tiene filtrado y regulación de la fuente de alimentación, de modo que se puede alimentar desde cualquier paquete de enchufe de instrumento musical estándar de 9Vcc. El funcionamiento con batería también es posible puesto que los requisitos de corriente son bajos (<40 mA).

La unidad 30 de control tiene también varios interruptores de configuración. Un conjunto de interruptores permite a los usuarios definir el límite de cambio de tono cuando la palanca alcanza su deflexión máxima en cualquier dirección, arriba o abajo. Esto significa que el instrumentista puede estar seguro de que cuando el brazo se mueve al límite, estará exactamente en un tono específico. Como resultado, el instrumentista siempre puede usar vibrato para llegar a un cambio de tono específico, independientemente de su nivel de habilidad.

Los límites de tono se pueden seleccionar de forma independiente para cambios de tono "hacia arriba" frente a cambios de tono "hacia abajo". En una forma preferida, se proporciona una serie de preajustes seleccionables que tienen cambios máximos de tono en cada dirección que son relevantes para estilos particulares de música. Por supuesto, otras implementaciones pueden proporcionar otros mecanismos para controlar este aspecto.

Para facilitar la operación, estos ajustes preestablecidos de tono del usuario se agrupan en dos 'modos', A y B, seleccionables mediante un interruptor de pedal en la unidad de control. Esto facilita a los usuarios cambiar la "personalidad" del efecto Whammy durante la actuación. A modo de ejemplo, el Modo A podría ser una combinación de pequeños cambios de tono, el Modo B una combinación de cambios de tono más grandes.

Se apreciará que en otras implementaciones, se pueden usar diferentes enfoques para controlar los ajustes preestablecidos de tono y otras características, por ejemplo, una interfaz de PC, interfaz web o interfaz de aplicación a una tableta, teléfono inteligente u otro dispositivo.

Después de procesar los datos, el microprocesador envía su salida a un circuito simple para convertir su salida digital de 5v en un bucle de corriente balanceada de 5mA, el protocolo eléctrico utilizado en todos los dispositivos MIDI, incluido el utilizado en esta implementación.

La señal de audio de la guitarra no está conectada ni pasa a través de la caja 30 de control. El audio de la guitarra solo pasa a través del dispositivo 36 de cambio de tono, que está bajo el control de la caja 30 de control. Otro interruptor

de pedal en la unidad de control (no mostrado) envía una señal para indicar al dispositivo 36 de cambio de tono que pase al modo de derivación (cuando el procesamiento de tono está desactivado). Los interruptores de selección de modo y derivación tienen indicadores LED para mostrar a los usuarios su estado actual.

5 Se apreciará que la presente implementación es autónoma e independiente de la marca/modelo de guitarra o amplificador.

10 La detección de la posición de giro del brazo 20 de vibrato es un aspecto crítico del funcionamiento eficaz de cualquier sistema de vibrato. La capacidad del artista para producir una gama completa de efectos deseados depende de la determinación fina y precisa de la posición de giro del brazo 20 de vibrato. A continuación describiremos un aspecto de la presente invención relacionado con la detección de la posición usando el movimiento de un campo magnético usando un sensor de efecto Hall. Sin embargo, se apreciará que la presente invención podría implementarse usando un sistema de sensor diferente junto con el brazo 20 de vibrato, o usando una disposición de sensor de este tipo junto con un brazo de construcción diferente de otra disposición de control de vibrato.

15 El sensor de efecto Hall está ubicado en la PCB 9 (véase Figuras 3, 5). Para esta implementación, este debe ser un dispositivo de efecto Hall radiométrico para producir una salida proporcional, no una salida binaria 'sí/no' común a algunos dispositivos HE. Un ejemplo adecuado es el Allegro Micro A1302, que requiere solo una tensión de referencia (establecida de la alimentación de 5Vcc suministrada), conexión a tierra y salida. La salida del dispositivo HE es una tensión analógica variable proporcional a la polaridad magnética y a la intensidad de campo.

20 Los dos imanes 6, 6A son preferentemente imanes de tierras raras de tipo disco de neodimio de aproximadamente 4000 - 5000 gauss de intensidad de campo. Estos están comúnmente disponibles. Se montan con campos opuestos y se disponen en desfase, a ambos lados del datum central en un husillo, en los rebajes 13, 12. De este modo, a su alrededor se produce un campo magnético generalmente lineal. El dispositivo HE no es visible, pero está montado en la cara frontal de la PCB 9, para orientarse hacia los imanes 6, 6A. Esto se ve mejor en la Figura 5. A medida que se mueve el husillo, los imanes se mueven y el campo se mueve en relación con el dispositivo HE, que por lo tanto mide un valor de campo magnético variable y sus cambios de polaridad, y por lo tanto produce una salida eléctrica variable.

25 Significativamente, el dispositivo HE detecta el campo de flujo combinado que se establece entre los imanes que es esencialmente lineal, en lugar del nivel de flujo absoluto (convencionalmente) detectado por un imán y su proximidad variable a un dispositivo HE. Por lo tanto, la salida del dispositivo HE representa la posición de giro del husillo (movido a sí mismo por el brazo) en dos direcciones de giro, sobre una posición central.

30 El ángulo de desplazamiento de los imanes en el eje está directamente relacionado con el grado de movimiento requerido del brazo de vibrato. Los mismos se disponen de forma que los movimientos del brazo/giro del husillo en sus máximos proporcionen suficiente intensidad de campo y cambio de polaridad al dispositivo HE para garantizar que alcance sus salidas de tensión máxima y mínima. La distancia entre el husillo giratorio y el dispositivo HE es constante, puesto que se fija adyacente y tangencial al husillo.

35 La intensidad de campo especificada de los imanes, combinado con el ángulo de desplazamiento de los imanes y la relación del sensor/husillo fijo descrita anteriormente aseguran que el dispositivo HE produzca una salida a escala completa entre las posiciones máximas del brazo: completamente hacia arriba y completamente hacia abajo. Para comodidad del usuario, los valores de escala completa no se utilizan en la práctica puesto que el procesamiento restringe los cambios de tono a una zona de funcionamiento que es menor que el desplazamiento máximo del brazo, como se describe en otra parte.

40 El corolario es que el procesamiento solo requiere un subconjunto de valores dentro del intervalo completo de valores de datos disponibles. Esto tiene las ventajas de proporcionar una buena relación señal-ruido en el sistema y hacer que el mecanismo sea más tolerante a la deriva de tolerancia de fabricación y ensamblaje, variación de la intensidad de campo magnético, tolerancia del dispositivo HE y similares. El procedimiento de detección descrito proporciona un sistema de sensores sin desgaste con salida lineal.

45 La PCB 9 establece su potencia y tensión de referencia de la unidad de control a través de un cable de 3 conductores. Este cable lleva también la tensión de salida al microprocesador para su conversión de A a D, como se ha descrito previamente. Muchos dispositivos de cambio de tono DSP necesitan cambiar de modo para cambiar entre cambiar el tono hacia arriba o hacia abajo. Esto a menudo se debe a que los algoritmos de manipulación de tono (de alta calidad) son específicos para cada dirección de cambio de tono, arriba o abajo. La manipulación del tono en tiempo real es un

50 área matemática muy matizada, utilizando un procesamiento sofisticado. La implementación preferida de la presente invención se basa en un dispositivo de cambio de tono listo para usar, tal como se ha expuesto antes. Este producto comercial es similar a muchos otros dispositivos de cambio de tono en el área de los instrumentos musicales - hacen esta conmutación dándole al usuario un interruptor giratorio o de palanca para seleccionar la función requerida, tono hacia arriba o tono hacia abajo.

55 La caja 30 de control de la presente implementación detecta qué "dirección de cambio de tono" se requiere sobre la marcha, analizando el flujo de datos entrante con referencia a un valor de centro nominal (tono cero). Si determina que la dirección de cambio de tono ha cambiado, envía el comando de cambio de programa MIDI apropiado al DSP para configurarlo en el modo de tono requerido, arriba o abajo.

La Figura 8 ilustra el funcionamiento del software de esta característica en la caja 30 de control. Se leen los datos 60 del sensor. Este valor se evalúa en relación con el valor de tono cero, central. Si el brazo está en el valor central (es decir, si los datos del sensor corresponden a la posición central), después, envía un comando 63 de cambio de tono 0. Si el valor es mayor, el cambio de tono se configura para SUBIR, en 62; si es menor, se configura para bajar en 64. Después se completa otro procesamiento (como se describirá a continuación) y se envía una nueva solicitud de cambio de tono al dispositivo 36 de cambio de tono.

La caja 30 de control realiza varios procesamientos de datos para proporcionar características y funciones de usuario como se describe en otra parte. Su salida final en esta implementación está escalada y mapeada para cumplir con el requisito del protocolo MIDI de que los comandos de Cambio de Control solo son legales entre valores de 0-127 puesto que MIDI usa una representación de 7 bits de variables. El re-mapeo y escala es una función trivial y se puede cambiar fácilmente para cumplir con los requisitos de otros DSP de cambio de tono.

La Figura 14 ilustra un procedimiento de re-mapeo. Los valores del sensor se leen en 70, y el procesamiento requerido para cambios de tono, etc. se lleva a cabo en 71. En 72, el valor de cambio de tono determinado se re-escala a la escala MIDI de 7 bits. Esta solicitud se envía después al dispositivo 36 de cambio de tono en 73.

En esta implementación, el dispositivo 10 de vibrato está conectado a la caja 30 de control, que a su vez está conectada a la unidad de cambio de tono y, a su vez, al amplificador u otra configuración de salida. Sin embargo, se apreciará que sería posible, digamos, incorporar la caja 30 de control en la unidad de control de tono, o proporcionar los componentes funcionales descritos conectándolos en una topología o disposición diferente. Por ejemplo, las funciones de la caja de control podrían integrarse en una sección de un cable de conexión o dongle para la unidad de cambio de tono.

Adicionalmente, si bien el dispositivo se describe por conveniencia utilizando cables de conexión convencionales, Se apreciará que se podría utilizar cualquier medio de conexión o comunicación adecuado, por ejemplo, una conexión inalámbrica como wifi, redes ópticas u otro protocolo adecuado para los requisitos de datos.

La Figura 3 ilustra el funcionamiento mecánico de una implementación de un dispositivo de vibrato de acuerdo con la presente invención. La Figura 4 ilustra la misma implementación en mayor expansión, y la Figura 5 es una fotografía que muestra el dispositivo ensamblado de acuerdo con esta implementación con la cubierta retirada.

El dispositivo 10 de vibrato incluye un husillo 5, que se extiende a lo largo del dispositivo 10. El husillo 5 tiene una forma generalmente cilíndrica, formando un eje, con una sección 15 alargada, generalmente elevada dispuesta cerca del centro longitudinal. Esto incluye levas 14, 15 en ángulo que se describirán con más detalle a continuación. La sección 15 elevada incluye también rebajes 12, 13 para recibir los imanes 6. La cubierta 1 se coloca en su posición una vez que se ensambla el resto del dispositivo 10 de vibrato.

En cada extremo del husillo, se disponen los collarines 7, 4. Estos son libres de girar sobre el husillo, pero limitados en su giro máximo por los respectivos topes 17, 19 (indicados pero no visibles) en el alojamiento 8 y el chasis 2 final, respectivamente. Cada collarín tiene un resorte 3, 3A de torsión asociado. Los resortes están conectados en un extremo a su respectivo collarín 4, 7 y en el otro a los rebajes 8, 18 de montaje. Los resortes y collarines están conectados de forma que resistan resilientemente el giro. Se instalan durante la fabricación bajo cierto grado de tensión incluso cuando el mecanismo está en su posición central.

El brazo 20 está unido al extremo del husillo 5. El brazo 20 incluye un pivote 21 para permitir que el ángulo del brazo se ajuste para adaptarse al instrumentista.

Cuando está ensamblado, todo el mecanismo se encuentra en gran parte dentro del alojamiento 8, con el soporte 2 del chasis en el mismo extremo que el brazo 20. Se puede ver que la PCB 9 y el sensor asociado (no visible) se encuentran al lado de los imanes 6, 6A en el estado ensamblado, siendo el imán 6 visible en la Figura 5. Esto facilita el funcionamiento del sensor de efecto Hall, que se ha descrito anteriormente.

El requisito mecánico clave es que el brazo 20 se pueda girar suavemente a la posición deseada y volver al centro (RTC) con alta fiabilidad y precisión. El centro es el punto en el que no se solicita ningún cambio de tono y la guitarra funciona con normalidad.

La configuración de las superficies 14, 16 de leva en el husillo 5 es un componente importante del funcionamiento del mecanismo RTC. Los collarines 4, 7 son coaxiales y pueden girar libremente, pero en direcciones opuestas, cuando son forzados por el giro del husillo, transmitido por las levas 14, 16 del husillo. Los collarines mientras tanto, están bajo la tensión de los resortes 3, 3A de torsión. Estos resortes tienen una función triple:

Proporcionan resistencia para que el usuario mueva el brazo en 'contra', proporcionando retroalimentación háptica. Hacen cumplir una posición central precisa cuando el brazo de vibrato está en reposo y devuelven el husillo a la posición neutra, de cambio de tono cero (con alta precisión y repetitividad) cuando se libera.

La función de resistencia se logra porque los resortes resisten el giro de los collarines 4, 7. Cada superficie 14, 16 de leva del husillo está en contacto íntimo con una superficie del correspondiente collarín 4, 7 (ya sea que gire en sentido

horario o antihorario). Por tanto, el husillo recibe la misma resistencia al giro (bidireccional) que los collarines.

Adicionalmente, la forma de las levas 14, 16 proporciona una obstrucción para evitar que los collarines 4, 7 giren más allá de su respectiva posición neutra. El posicionamiento de estos 'topes finales' mecánicos se puede definir con precisión en la fabricación de modo que ambas pinzas vuelvan a una posición invariable.

5 El efecto neto es que el husillo 5 siempre vuelve a una posición fija, neutra con alta precisión y repetitividad. El procedimiento de RTC no está limitado por la tolerancia. Los resortes no tienen que estar perfectamente acoplados (lo que es casi imposible sin ser muy costoso) puesto que el factor RTC no depende de ese aspecto. Los resortes están preferentemente "sobre especificados" para que aún mantengan una resistencia a la torsión adecuada a medida que envejecen.

10 Adicionalmente, la precarga de los resortes se puede configurar en la fabricación para asegurar que superará la mayor parte de la histéresis en los componentes de fricción inherentes a cualquier mecanismo mecánico RTC.

Se apreciará que la presente invención se puede implementar utilizando cualquier material adecuado. Para permitir el funcionamiento de la disposición del sensor de efecto Hall, se prefiere que los materiales no sean magnéticos.

15 A modo de ilustración, la estructura del eje/husillo, el brazo y la carcasa están hechos de aluminio mecanizado. Los collarines son de nailon mecanizado. El chasis está formado por un compuesto de nailon mecanizado. Todos los componentes pueden producirse adecuadamente mediante mecanizado CNC.

20 El enfoque expreso en el mecanismo de retorno al centro (RTC) del sistema de vibrato es cumplir con el requisito de una precisión muy alta porque los oyentes pueden detectar incluso pequeños errores de tono en la posición central (o 'nula'). Cualquier discrepancia de afinación es particularmente evidente en relación con otros instrumentos en la interpretación que todavía están en el tono de referencia correcto.

25 Durante su desempeño, los músicos primero acuerdan un tono de referencia para afinar sus instrumentos. Un dispositivo de control de tono puede quedar inutilizable en la interpretación si el instrumento se desafina ligeramente con ese tono de referencia en virtud de dichos errores de RTC, aunque el dispositivo de control de tono no esté nominalmente activo (es decir, en su posición de 'reposo', supuestamente enviando comandos de 'cambio de tono cero' al procesador de tono).

Hay varias otras funciones algorítmicas/basadas en reglas dentro del software integrado, en la caja 30 de control, que ayudan al funcionamiento eficaz del sistema de vibrato.

30 Durante el encendido, el sistema de control utiliza el valor actual de la posición de giro para establecer el valor nominal del centro. Esto tendrá en cuenta los pequeños cambios en el valor central debido al desgaste, temperatura, cambios en la intensidad de campo magnético, etc. Si se detecta un valor "sin sentido" (es decir, fuera de los límites definidos), se recupera un valor central del flasheprom contenido en el procesador preferido. El valor central inicial se mide/almacena al momento de la fabricación.

35 En sistemas de vibrato mecánicos, hay un cierto grado de inclinación o movimiento libre alrededor del centro, que generalmente está relacionado con el acoplamiento del brazo. Tampoco sería deseable para el giro más pequeña del brazo de vibrato, por ejemplo, simplemente por mover o cambiar la posición de la guitarra, para provocar un cambio de tono.

40 El grado de precisión en cualquier mecanismo RTC está limitado por el diseño, tolerancias de fabricación, materiales, desgaste, coste y así sucesivamente. Estos determinan la precisión y repetitividad de su RTC. Un procedimiento para mitigar errores en la operación de RTC es una zona 'nula' en la región de funcionamiento, análoga a la 'pendiente' o tolerancias dentro de un sistema mecánico. El procedimiento del sensor produce un intervalo de valores basándose en la posición del brazo 20 de vibrato, y su valor central (la posición de 'reposo') se habrá determinado en la fabricación o por calibración. Es una cuestión simple en el software de procesamiento de datos permitir una ventana de tolerancia (o zona nula) para que la posición central no sea efectivamente un valor único, sino un intervalo de valores alrededor del valor central real.

45 De acuerdo con la implementación actual, se calcula una 'zona nula' en cada dirección (arriba o abajo) desde la posición central del brazo 20 de vibrato. Así pues, la zona nula cubre bidireccionalmente un desplazamiento especificado desde el valor central. Cuando los valores leídos del sensor se encuentran dentro de la zona nula, no se efectúa ningún cambio de tono porque la unidad de control envía un valor de cambio de tono cero a la unidad de tono. Esto evita que el brazo sea demasiado sensible a la manipulación (no intencionada) del usuario - ¡incluso a la gravedad! - además de facilitar la precisión absoluta requerida en el mecanismo RTC. Lo hace sin comprometer la alta resolución disponible en áreas de funcionamiento fuera de la zona nula. En una implementación preferida, el tamaño de la zona nula es programable. Es más útil puesto que define parte del área de trabajo sin ambigüedad. Es altamente repetible y, por lo tanto, un aspecto que el usuario puede aprender.

55 Esto se muestra en la Figura 6. Esto muestra esquemáticamente un brazo 40 de vibrato y su movimiento/giro alrededor de un punto 41 de pivote. La zona nula se ilustra como áreas 42 sombreadas. Para mayor claridad, el tamaño de la

zona nula es exagerado. En una implementación práctica, un intervalo convencional para la zona nula puede ser +/- 2 grados. Por supuesto, se apreciará que esto es una cuestión de elección de diseño en una implementación particular. Los movimientos del brazo dentro de esta zona no producen solicitudes de cambio de tono al procesador de tono. En su lugar, el software de la caja 30 de control envía solicitudes de tono de cero, sin generar ningún cambio de tono y garantizando que el instrumento esté en su tono de referencia.

La Figura 9 ilustra el control de software de este procedimiento. El valor del sensor se lee en 80. Si se determina que el valor en 81 está dentro de los parámetros de la zona nula, se envía a continuación una solicitud de tono cero al dispositivo 36 de cambio de tono. Es decir, se determina que el brazo está dentro de la zona nula predeterminada. En todos los otros casos, la posición del brazo se procesa normalmente, en 83.

La adición de una zona nula reduce el grado de precisión absoluta requerida del procedimiento RTC del mecanismo. Esto alivia algo de la carga, de ahí el coste y la complejidad, impuestos sobre el mecanismo. También evita que cualquier fluctuación del sistema de sensores se traduzca en pequeñas variaciones de tono indeseables por parte del procesador de tono posterior. Adicionalmente, le da al usuario una pequeña región física (de giro del brazo) que está inactiva. Esto es deseable en la práctica, puesto que (a) hace que sea menos probable una operación inadvertida y (b) refuerza la retroalimentación háptica cuando los usuarios intentan volver al centro.

La existencia de una zona nula consigue, sin embargo, cambiar la linealidad de respuesta al movimiento del brazo de vibrato. Los usuarios deben mover el brazo fuera de la zona nula antes de que comience cualquier cambio de tono. Si esa zona nula es demasiado grande, los usuarios tendrán dificultades para realizar movimientos sensibles alrededor de la posición central, una técnica de vibrato común en la interpretación. Como resultado, existe un conflicto inherente entre el tamaño de la zona nula preferida, por ejemplo, economía de fabricación (más grande) frente a la "sensación" del dispositivo para el usuario (más pequeño).

Incluso un mecanismo sofisticado que está diseñado para imponer una posición central fija tendrá un problema subyacente que no se puede eliminar por completo: fricción estática. Esta es una forma de fricción estática, común entre los objetos en contacto. Puede evitar que el brazo 20 de vibrato vuelva precisamente a la posición central con el grado de precisión idealmente requerido.

Bajo ciertas condiciones, es posible que la fuerza de los resortes de retorno no supere completamente la fricción estática que surgirá cuando el brazo esté muy cerca de su posición de reposo. La fricción estática tiene varias causas: fuerzas electrostáticas y/o de Van der Waals y enlaces de hidrógeno entre ellas, como es conocido por los expertos en la materia. Bajo una manipulación vigorosa del brazo, es probable que este problema no surja (debido en parte al impulso adicional del brazo generado por las fuerzas de retorno del resorte). Sin embargo, es posible que un movimiento lento, suave del brazo por parte del intérprete cuando regresa al centro puede permitirle alcanzar un punto de fricción estática cuando está muy cerca de la posición central. El punto en el que se produce la fricción estática será en el que la fuerza dinámica del procedimiento de retorno por resorte se equilibre con las fuerzas de fricción estática. Estas fuerzas son muy pequeñas, por lo que el error asistente al regresar al centro también es pequeño, pero no despreciable. Esto producirá un error de tono indeseado, como se ha descrito anteriormente.

El tamaño de la zona nula está limitado por dos consideraciones en competencia. Una zona nula más grande permite una fabricación más fácil, pero una zona nula más pequeña proporciona una mejor linealidad para el instrumentista. Se emplea una segunda estrategia para eliminar estas dos contradicciones de la zona nula y eliminar los errores menores resultantes de la fricción estática desgaste, etc.

Esta estrategia se denominará procesamiento Twilight Zone (TZ). Se define una pequeña zona nula (digamos, +/- 0,5 grados) y se aplica a los datos del sensor. Esto proporciona una versión limitada de los beneficios descritos anteriormente: ausencia de fluctuaciones en los datos 'en reposo' y cierta reducción de la tolerancia requerida en el mecanismo RTC. Aunque por sí misma, esta zona nula se define para ser tan pequeña que no pueda dar lugar a errores como la fricción estática, o permitir la deriva, desgaste o variaciones provocadas por la temperatura, gravedad, etc.

En los datos se establecen otras dos zonas adyacentes pero fuera de los límites de la zona nula. El área combinada de estas zonas puede ser arbitrariamente grande. Pueden, por ejemplo, depender de la inexactitud o falta de repetitividad de la mecánica del RTC. Estas zonas, nominalmente simétricas alrededor de la zona nula, están etiquetadas como Zonas Crepusculares (TZ). Estas se muestran en la Figura 7, con las TZ expandidas para mayor claridad.

La Figura 7 muestra las zonas 42 nulas alrededor de la posición central 'verdadera' del brazo 40 de vibrato. Además, TZ 43 se define a cada lado de las zonas nulas.

Las rutinas de software en la caja 30 de control examinan constantemente los valores del sensor para ver si caen dentro de la TZ. El historial temporal y la heurística se aplican en esta rutina para determinar si el usuario está obteniendo los valores de TZ o si son producto de un error como la fricción estática, desgaste, etc.

El factor importante a discernir durante el procesamiento de TZ es si los valores del sensor son el resultado de un "error" mecánico (por ejemplo, causado por una fricción estática) o una elección musical del instrumentista. Es

significativo que se trate de errores de muy "pequeña magnitud" en términos absolutos en torno al valor "en reposo". Sin embargo, en términos de que el instrumento esté 'afinado' (en la posición 'en reposo' del dispositivo de vibrato) con otros instrumentistas en una actuación, los errores de pequeña magnitud son mucho más significativos musicalmente de lo que sugerirían los valores absolutos.

- 5 En términos musicales, las pequeñas variaciones del tono absoluto en la posición de reposo rara vez se eligen como parte de una actuación. Cuando se usa musicalmente, pequeñas variaciones como ésta son invariablemente cambios de vibrato a pequeña escala, es decir, pequeños cambios periódicos en el tono alrededor de un tono de referencia. El procesamiento de TZ de acuerdo con esta implementación está destinado a diferenciar entre los errores estáticos y los cambios periódicos deliberados.

- 10 Cuando el valor de un sensor cae dentro de la zona TZ, se analizan dos factores críticos:

- (1) ¿El valor es constante (teniendo en cuenta la fluctuación de muestreo) o varía?
- (2) si el valor es constante, ¿Es persistente durante un período de tiempo más largo que el musicalmente "sensible"?

- 15 Si ambos análisis coinciden (valor constante, persistente durante un período) el valor que se determina que es el resultado de un error TZ. El período de tiempo apropiado (para el período de contador TZ) es en parte subjetivo, en parte empírico y en parte determinado por inferencia, por ejemplo, muy poca música tendría cambios de tono muy pequeños, alterados lentamente. La música "occidental" más popular no lo hace.

- 20 Se aplican reglas generales (heurísticas) para tomar la determinación de un período de contador TZ apropiado. Por ejemplo, es poco probable que un pequeño valor de tono estático alrededor del tono "en reposo" persistiría durante unos segundos. Sin embargo, es posible que un pequeño valor de tono estático alrededor del tono 'en reposo' persistiría durante milisegundos. Esto último puede ser una elección artística o simplemente un error en la manipulación del brazo por parte del intérprete. Se pueden determinar valores precisos para una implementación particular mediante un procedimiento de prueba y error, así como la preferencia subjetiva, pero es probable que estén en el intervalo de 0,05 a 1,0 segundos.

- 25 Cuando la rutina de análisis determina que se está produciendo un error, la rutina del software cambia el mapeo del valor central original (determinado en la fabricación o por calibración) a un nuevo valor calculado. Este valor restablece el datum central a un nuevo valor y, por lo tanto, nuevos valores de zona nula y TZ se establecen alrededor del nuevo datum. El valor central, en efecto, no es un punto fijo, ni un valor predeterminado o una banda de valores, sino una "banda deslizante" de valores que varía dinámicamente.

- 30 El procesamiento de TZ se mejora (es decir, se hace menos molesto) en funcionamiento mediante el uso de técnicas como la aproximación sucesiva para corregir el error. Esto supera el cambio de tono en el tono que sería evidente para el usuario si se aplicara inmediatamente una corrección (relativamente) grande. En su lugar, la rutina realiza un cambio menor (por ejemplo, un promedio de la diferencia entre el valor central anterior y el valor central actual (creado por error)). Debido a que todo el procedimiento de análisis de errores ocurre muy rápido (en comparación con la percepción humana), se pueden realizar múltiples pequeñas correcciones (por ejemplo, aproximaciones sucesivas) que son transparentes para el usuario. En la práctica, esto hace factibles incluso correcciones (relativamente) grandes.

- 40 La Figura 10 proporciona un diagrama de flujo que ilustra una implementación del procesamiento TZ. En 90, se lee el nuevo valor del sensor. Si es igual al valor anterior, más o menos una pequeña cantidad de fluctuación (un valor preestablecido), entonces, el procedimiento Z comienza en 92. En caso negativo, este es un movimiento activo del brazo, y el procedimiento procede como de costumbre en 94.

En 92, se determina si el valor está dentro de una de las bandas de TZ. En caso negativo, en 93, el valor se pasa al procesamiento normal en 94. Si lo está, entonces, en 94, el valor se pasa al contador TZ y el contador se incrementa en 96. Esto se pasa después a 97, en el que se determina si el contador TZ se ha desbordado. Si no, después en 98 el procedimiento vuelve a la parte superior para un nuevo valor de sensor en 90.

- 45 Si el valor es sí en 99, este se pasa después al procedimiento 100. El valor central se restablece, a un valor igual al antiguo valor central más el nuevo valor central, dividido entre 2. Se envía una solicitud de cambio de tono cero y los parámetros de zona nula y TZ se restablecen en línea con el nuevo valor central. El contador TZ se pone a cero, listo para el próximo ciclo.

- 50 Los beneficios del procesamiento de la Zona Crepuscular son muchos: En la posición de reposo, el mecanismo de vibrato se corrige de forma constante y transparente a un cambio de tono cero (es decir, el instrumento permanece perfectamente en sintonía con su tono de referencia porque el procesador de tono no lo desafina inadvertidamente)

El procesamiento TZ proporciona también al usuario el beneficio de la máxima linealidad de respuesta y sensibilidad en operación al minimizar el tamaño de la zona nula.

- 55 El procesamiento TZ significa también que el mecanismo RTC puede ser menos sofisticado y al mismo tiempo proporcionar un rendimiento aceptable y, si se desea, las tolerancias de fabricación pueden reducirse sin dejar de

ofrecer un resultado aceptable. Esto, a su vez, puede permitir el uso de materiales y procedimientos de ensamblaje de menor coste.

Adicionalmente, varios factores como el desgaste, orientación relativa a la gravedad, temperatura, el movimiento durante la ejecución y similares se corrigen constantemente sin la intervención del usuario (es decir, la recalibración), y esto continúa sin la intervención del instrumentista durante la vida útil del dispositivo.

Una tercera estrategia empleada en la presente implementación de la invención es la no linealidad en los algoritmos de escala para igualar las expectativas del usuario de lo que "se siente" natural o intuitivo al mover el brazo para generar cambios de tono. Las pequeñas solicitudes de cambio de tono alrededor de la posición central y la deflexión del brazo casi máxima y mínima se re-escalan para permitir un control más preciso por parte del usuario. Esto hace que el efecto de vibrato sea más fácil de controlar (en un sentido musical) cuando los usuarios están 'apuntando' a objetivos (musicalmente) importantes... es decir, acercándose al tono cero y al cambio de tono máximo/mínimo. Esta no linealidad en la escala es particularmente ventajosa cuando la unidad de control está configurada para realizar grandes cambios de tono con una deflexión máxima/mínima del brazo.

La Figura 11 ilustra un procedimiento para implementar esta característica. En 100, se lee un nuevo valor de sensor. En 111, se determina si el valor está cerca del punto crítico. En caso negativo, después en 112 el procedimiento pasa al procesamiento normal en 118. En caso afirmativo, después, en 113, el procedimiento 114 comprueba si el tono predeterminado del usuario es para cambios de tono grandes. Si no, después, en 116, el procedimiento pasa al procesamiento normal en 118. En caso afirmativo, después, en 115, el procedimiento 117 re-escala el valor del sensor para proporcionar un control preciso (como se ha descrito anteriormente). El valor re-escalado se pasa después al procesamiento normal de un control de tono en 118.

Una cuarta estrategia de procesamiento contribuye a la facilidad de uso: límites de cambio de tono.

Los "límites" de cambio de tono se establecen de la configuración del interruptor de usuario y se implementan mediante el firmware. Estos son, en efecto, preajustes de tono del usuario. En la práctica, cuando el usuario mueve el brazo en una cantidad definida (digamos, 80 % de su posible recorrido) el cambio de tono se congela en un valor determinado por la configuración del interruptor de usuario/preajuste de tono, independientemente de que el brazo se mueva en la misma dirección. Esto tiene una aplicación poderosa: el valor congelado (o "límite") está predeterminado (por tanto, conocido) y garantizado que estará musicalmente en sintonía con la escala musical normal. Esto no requiere habilidad del usuario; es una función inherente del firmware. El usuario puede establecer límites musicalmente apropiados para ambas direcciones (arriba y abajo) usando (digamos) interruptores DIP conectados al procesador, y en la presente invención hay dos 'modos' de funcionamiento, A y B, cada uno con límites de tono seleccionados.

La Figura 12 ilustra el procedimiento de preajuste de tono en una implementación. El valor del sensor se lee en 120, y en 121 el software verifica el estado de los interruptores DIP (o cualquier otro mecanismo de control que se use) y el modo para determinar qué preajuste de tono está activo. En 122, se determina si el valor de tono correspondiente al valor del sensor es mayor que el valor máximo permitido o legal en ese modo. En caso negativo, después en 123 el procesamiento continúa normalmente en 126. Si es mayor, después, en 124, el procedimiento 125 congela el cambio de tono en el valor máximo/mínimo permitido para ese modo. Esto después procede al procesamiento normal y solicita un nuevo valor de tono en 126.

De acuerdo con la implementación actual, los modos de funcionamiento se pueden seleccionar con el pedal: El Modo A es nominalmente una emulación del estilo Bigsby/Strat y el Modo B es nominalmente una emulación de Floyd Rose. Estos modos resultarán familiares para la mayoría de los guitarristas. Los usuarios pueden cambiar instantáneamente los modos para adaptarse a la interpretación musical. Los LED proporcionan información sobre la selección del modo actual. Sin embargo, se apreciará que podrían proporcionarse más o menos modos y controlarse de cualquier forma adecuada.

Una quinta mejora de procesamiento de acuerdo con esta implementación de la presente invención es el mapeo de arco. Todos los cambios de tono se pueden escalar sobre cualquier segmento de tamaño del arco de giro del brazo de vibrato. Por ejemplo, un pequeño cambio de tono de (digamos) +/- un semitono se puede mapear a todo el segmento del arco (para un control muy fino) o un arco más pequeño (para un control normal). En la presente invención, cada preajuste de tono se mapea a un tramo de arco preferido para proporcionar a los usuarios una zona de funcionamiento intuitiva. Este mapeo de tramo de arco es parte del procesamiento del firmware y es transparente para el usuario. El mapeo de arco tiene otro atributo útil además del funcionamiento intuitivo: para adaptarse al diseño físico de instrumentos específicos, puede ser deseable obtener (digamos) la inclinación máxima hacia abajo con el brazo girado solo al 70 % de su recorrido máximo. En la presente implementación, cada preajuste de tono tiene un intervalo de recorrido único en cada dirección.

La Figura 13 ilustra una implementación del procedimiento de mapeo de arco. En 130 se lee el valor del sensor y en 131 se determina qué interruptores de control y qué modo están activos. A partir de este preajuste, en 132 se determinan el arco máximo y mínimo (por ejemplo, a partir de una tabla de consulta). El valor del sensor se re-escala después en 133 para tener un valor dentro de la escala de arco predefinida para ese preajuste de tono. Después, el valor se envía para su procesamiento normal en 134.

El firmware tiene otro procedimiento de mapeo (que sigue al mapeo de arco) para re-escalar los datos brutos del sensor al conjunto de datos más pequeño requerido por la resolución MIDI de 7 bits. Como hay una gran cantidad de resolución del sensor, se puede utilizar un intervalo operativo de trabajo desde su conjunto de datos más grande- y algunos incluso se descartan, por ejemplo, en los límites máx. y min. Esto contribuye a una mejor tolerancia de fabricación: no todos los sensores tienen que ser perfectos. El sistema de acuerdo con la implementación descrita solo requiere un conjunto de datos más pequeño dentro de un conjunto de datos lineal, más grande. Esto es ventajoso en la práctica.

La Figura 15 proporciona un diagrama de flujo general de los diversos procedimientos relacionados con la detección y el tono, y de cómo se interrelacionan. En 150, se lee el nuevo valor del sensor, y en 151 se establece el modo de tono, basándose en las selecciones de modo y controles de entrada realizados por el instrumentista.

A continuación, el procedimiento 152 de zona nula determina si el valor está en la zona nula, y si es así, el procedimiento vuelve a leer un nuevo valor. De forma similar, el procedimiento TZ opera en 155, y si el valor está dentro de la TZ, el procedimiento vuelve a leer un nuevo valor en 150.

Si la TZ y la zona nula no son aplicables, entonces el valor tiene cualquier no linealidad aplicable aplicada en 156, y los límites de cambio de tono se verifican en 157. El mapeo de arco se aplica después en 158, la salida se escala en 159 y se envía una solicitud de cambio de tono.

Se observa que la implementación descrita es solo una implementación específica, y que otras implementaciones, por ejemplo, el uso de diferentes sistemas mecánicos podría usarse junto con los aspectos electrónicos y de software de los procedimientos desarrollados.

El grado de movimiento del brazo no necesita tener una relación fija con el grado de cambio de tono, a diferencia de los procedimientos mecánicos de vibrato.

El alcance del cambio de tono puede exceder en gran medida lo que es posible con un sistema físico, por ejemplo, no es posible utilizar una barra de vibración mecánica para producir un cambio de tono ascendente de una octava (12 semitonos). El aumento de tensión de las cuerdas requerido para esta cantidad de cambio de tono probablemente rompería las cuerdas mucho antes de que se pudiera lograr un cambio de octava.

La virtualización de un sistema de vibrato (que es lo que está haciendo el procesamiento de acuerdo con la implementación actual) puede proporcionar una funcionalidad que antes no era posible o experimentada con un sistema de vibrato mecánico. Un problema bien conocido con los dispositivos virtualizados es que es posible que las personas ya estén aclimatadas al sistema físico que están reemplazando. Por lo tanto, es deseable que las características de funcionamientos virtuales coincidan con las expectativas cognitivas humanas - el dispositivo virtual debe funcionar de forma que los humanos puedan relacionarlo, predecirlo, anticiparse, etc. Esto es especialmente cierto en el control sensible del tono para mejorar la expresión musical.

Una complicación de este requisito es que las percepciones humanas a menudo divergen notablemente de la actualidad de lo que está sucediendo en el mundo real. Un ejemplo simple es evidente en el sistema visual humano: el ojo se mueve constantemente (una forma de fluctuación) para actualizar los 'datos' presentados a la retina. Este movimiento es pequeño, pero válido dentro de la agudeza de la percepción humana. No obstante, está totalmente enmascarado por el procesamiento visual del cerebro y, por tanto, invisible para todos nosotros.

La implementación preferida incluye estrategias implementadas por software (por ejemplo, no linealidad y mapeo de arco) para alterar la respuesta a los movimientos del usuario, lo que a su vez mejora la adaptación y la 'sensación' de varios funcionamientos. Esto contribuye materialmente a la facilidad de uso del dispositivo, especialmente cuando se realizan manipulaciones de tono para las que no hay precedentes físicos. Las estrategias mejoran la ilusión de que el dispositivo virtual está haciendo lo que esperas que haga, no la actualidad de lo que estás haciendo.

Tomemos el caso de un gran intervalo de cambio de tono en el dispositivo Whammy virtual - digamos, una octava arriba y dos octavas abajo. Este es un total de tres octavas de cambio de tono, lo que sería imposible en un sistema físico. Ese grado de cambio de tono tendrá que extenderse a través de un movimiento/giro del brazo de, por ejemplo, 25 grados hacia arriba y hacia abajo. Los cálculos simples muestran que incluso un pequeño movimiento del brazo debería producir un cambio de tono significativo.

Esto es obvio, pero no necesariamente deseable. Por ejemplo, una función común del Whammy es el "meneo". Este es un pequeño cambio de tono periódico alrededor del tono medio. Es el tipo de vibrato más común que se escucha en cualquier instrumento, incluida la voz humana.

Cuando los cambios de tono tan grandes se asignan al movimiento limitado del brazo (en este ejemplo +/- 25 grados) se vuelve mucho más difícil lograr un movimiento satisfactorio. Es difícil no mover demasiado el brazo (especialmente en el calor del momento), lo que hace que el cambio de tono sea demasiado grande para un movimiento característico.

De acuerdo con la implementación actual, Las rutinas de software resuelven este problema con traducciones no lineales de los movimientos del brazo frente a los comandos de tono que se envían al procesador de tono. En lugar

de una traslación lineal de lo que solicitan las manipulaciones del usuario, el procesamiento de software proporciona variaciones en la traslación ("funciones de transferencia" alteradas a las de la técnica) para proporcionar una respuesta más "intuitiva". Un ejemplo del escenario anterior (grandes cambios de tono) ilustra este aspecto. Por razones musicales, el meneo generalmente se realiza al final (o decaimiento) de una frase o nota. Normalmente, esto será cuando la frase o nota haya alcanzado su máximo cambio de tono (por ejemplo, una octava hacia arriba) o no haya cambiado de tono (es decir, el brazo haya regresado al centro).

Por lo tanto, es deseable "desensibilizar" el brazo cuando esté cerca de cualquier posición - cambio de tono máximo o cambio de tono cero. Esto se hace reasignando los datos del sensor de acuerdo con varias curvas de sensibilidad, cada uno de los que es específico para el ajuste de cambio de tono máximo y/o la dirección de cambio de tono, arriba o abajo.

Al tener una curva de sensibilidad específica para cada ajuste de cambio de tono, la ilusión de una respuesta "intuitiva" aumenta enormemente. El software de acuerdo con la implementación descrita altera de manera transparente la linealidad de su respuesta, haciendo coincidir las acciones del usuario con sus expectativas innatas.

La presente invención proporciona además modos operativos seleccionables que emulan eficazmente las variantes mecánicas más exitosas con solo presionar un interruptor (por ejemplo, Bigsby, Stratocaster, Floyd Rose).

Estos conocidos antepasados mecánicos tienen capacidades características de cambio de tono, familiar para aquellos en el mundo de la guitarra. Los ajustes de cambio de tono idénticos que coinciden con todos estos productos se pueden configurar en la caja 30 de control (a través de los interruptores de entrada ajustados por el usuario descritos anteriormente). Por lo tanto, la implementación actual está emulando las características de estos productos anteriores y puede cambiar sobre la marcha entre emulaciones usando el interruptor de pedal Mode.

La presente implementación produce datos de cambio de tono a partir de su sensor/procesamiento. En esta implementación, los datos se emiten en formato MIDI. Es posible utilizar esos datos en otros escenarios además de la actuación en vivo. Uno de ellos es la grabación de música. Puesto que es común que los instrumentistas de teclado/sintetizadores graben no solo el audio de su interpretación, sino también los datos MIDI que genera su interpretación. Estos datos representan aspectos como la nota (es decir, el tono) tocada, su velocidad y sustentación y así sucesivamente. Al enviar estos datos a otro sintetizador compatible con MIDI, se pueden producir diferentes tonalidades o sonidos de instrumentos pero con las características musicales exactas de la interpretación original. La grabación de datos MIDI ya es una característica común de la mayoría de los programas de grabación.

Esto proporciona flexibilidad y un nivel de conveniencia. Tomemos el ejemplo en el que se graba una gran interpretación pero no se puede utilizar debido a un pequeño error. A menudo es imposible corregir ese error en la pista de audio (editando, etc.) sin que sea audiblemente obvio. Si también se grabaron los datos MIDI de esa interpretación, los datos se pueden corregir, eliminando el error. Ahora se puede alimentar al instrumento original que recrea la interpretación original. Esto se puede volver a grabar, ahora libre de imperfecciones.

El concepto de registro de datos también se puede aplicar a los datos de tono producidos por la presente implementación y se puede aplicar de forma similar, por ejemplo: durante una grabación, se capturan los datos de tono MIDI, así como el sonido de guitarra no alterado. Esto es bastante sencillo en la mayoría de los escenarios de grabación, como es conocido por los expertos en la materia.

En una fecha posterior, el músico puede corregir cualquier "error" de vibrato alterando/editando los datos MIDI o volviendo a grabar cualquier segmento de los datos. El audio de la interpretación original no se ve afectado ni alterado de ninguna manera, solo los datos que controlan el dispositivo de cambio de tono. Por lo tanto, el procedimiento no es destructivo y puede ensayarse tantas veces como desee sin peligro de perder la interpretación original.

Se presentan otras posibilidades: una frase musical que no ha tenido una manipulación de vibrato puede tener esa modificación agregada después de la grabación, nuevamente sin perder la interpretación original.

Adicionalmente, las manipulaciones de vibrato que eran físicamente imposibles durante la interpretación se pueden agregar más tarde, cuando el instrumentista se libera de la tarea de tocar el instrumento.

Se apreciará que la presente invención incluye varios aspectos específicos, incluyendo aspectos mecánicos, electrónicos e implementados por software. La presente invención los engloba de forma aislada, así como en varias combinaciones de uno o más de los aspectos mecánicos, electrónicos o de software, siempre que estén incluidos en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

El sistema mecánico descrito en relación con las Figuras 3, 4 y 5 también podría usarse para controlar un brazo de vibrato puramente mecánico. En este caso, los imanes, sensores y PCB no serían necesarios. Sin embargo, los componentes tendrían que hacerse más robustos y los resortes de torsión tendrían que tener una elasticidad mucho mayor para proporcionar la fuerza mecánica necesaria. Sin embargo, el principio del funcionamiento exacto del RTC seguiría siendo aplicable.

En la Figura 17 se muestra una implementación de dicha implementación mecánica. El husillo 49 se extiende a través

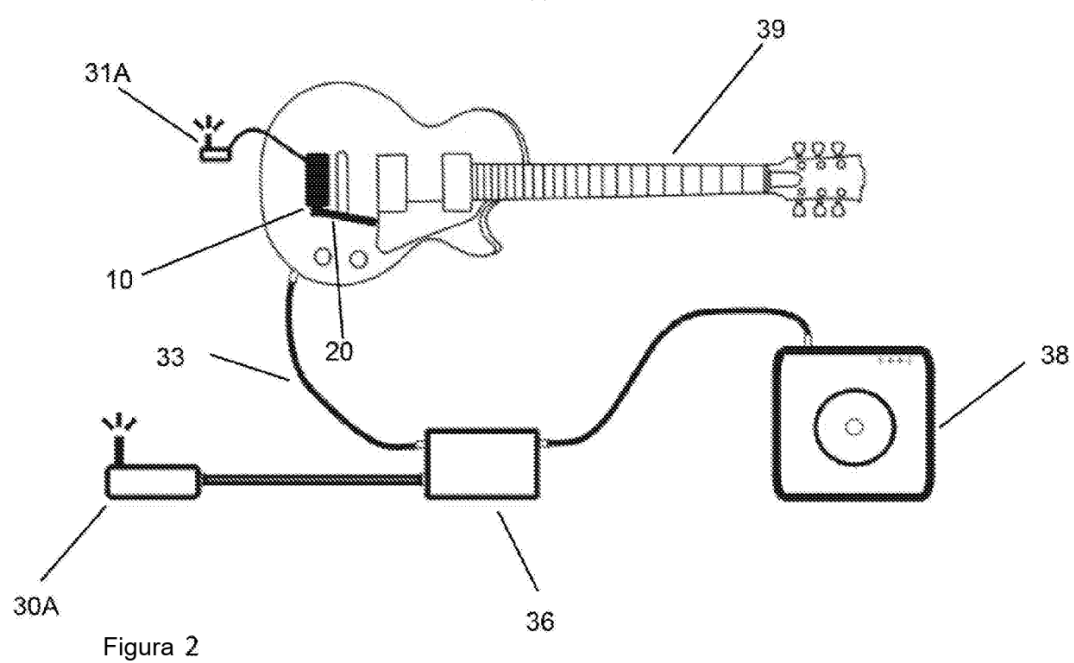
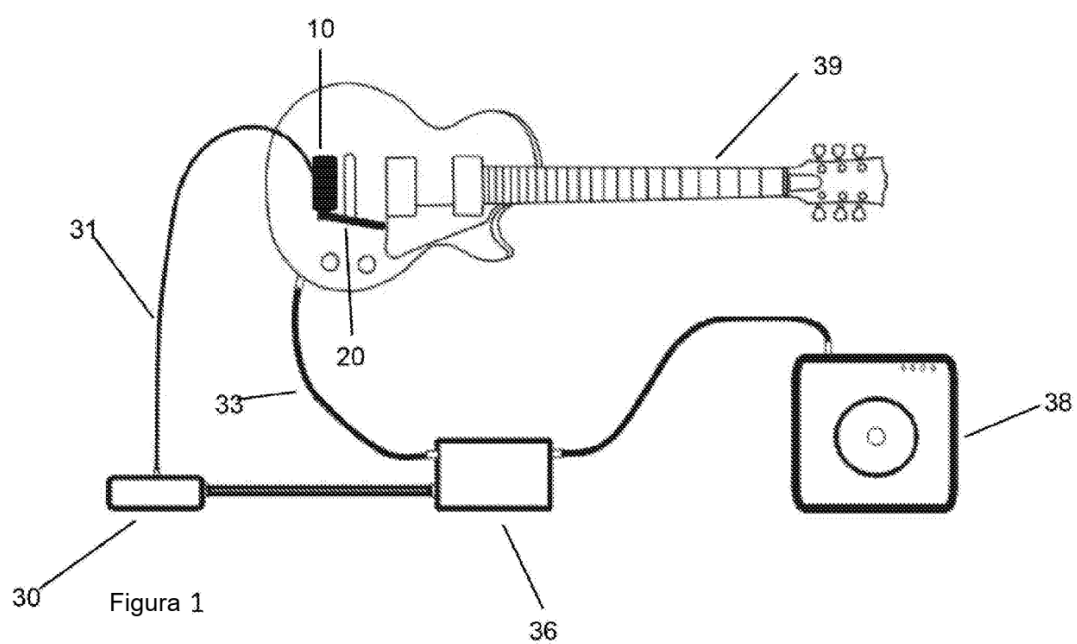
5 del centro del dispositivo, con punto de montaje de brazo 48 en un extremo. En comparación con la otra implementación descrita, las levas 47, 47A están divididas, con el husillo 49 extendiéndose entremedio. Por lo demás, la disposición mecánica es similar al mecanismo descrito anteriormente. Una leva 47 se acopla al collarín 46 con una desviación de retorno proporcionada por el resorte 44 de torsión; en el otro extremo, la leva 47A acopla el collarín 46A con la desviación proporcionada por el resorte 44A de torsión.

El husillo 49 lleva también pasadores 57 a lo largo de su longitud, distanciados y separados para recibir los ojales de las cuerdas 55 de la guitarra. De este modo, el giro del husillo 49 hará que aumente la tensión en toda la cuerda, para producir un efecto de vibrato cuando se toca. La disposición de collarín, leva y resorte de torsión devolverá el dispositivo con precisión y permitirá una acción de reproducción suave.

10 Se apreciará que la presente invención puede implementarse de muchas formas diferentes y en combinación con diversas características conocidas y aún por desarrollar en relación con guitarras y otros instrumentos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de vibrato manual, que incluye un dispositivo (10) de control de vibrato operado manualmente que comprende un brazo (20), un sensor de giro para detectar el giro del brazo (20) y producir datos de giro, y un procesador que recibe dichos datos de giro, y en respuesta a los datos de giro genera instrucciones de cambio de tono para su comunicación a un dispositivo (36) de modificación de tono, **caracterizado porque** el procesador está adaptado para definir una región nula de giro del brazo (20) en una o ambas direcciones de modo que si los datos de giro caen dentro de dicha región nula, no se generan instrucciones de cambio de tono; **porque** el procesador está adaptado para definir además una región de transición, separada de la región nula; y **porque** cuando la ubicación y la duración de la ubicación de la posición de giro del brazo (20), determinadas a partir de los datos de giro, cumplen con los criterios predeterminados, la posición central del brazo (20) se redefine en el procesador para que sea una nueva posición, y la región nula y la región de transición se redefinen dentro del procesador con respecto a la nueva posición central.
2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los datos de giro se procesan para establecer una dirección hacia arriba o hacia abajo para los cambios de tono, y en el que la dirección del cambio se ha invertido, el procesador genera una comunicación que incluye una instrucción de cambio de dirección correspondiente para su comunicación al dispositivo (10) de modificación de tono.
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema incluye controles de usuario, de modo que se pueden seleccionar diferentes configuraciones de tono preestablecidas para corresponder a diferentes asignaciones de cambio de tono a los datos de giro, y en el que opcionalmente para al menos algunas configuraciones de tono preestablecidas, la escala entre los datos de giro y el cambio de tono no es lineal.
4. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en el que para al menos algunos de los ajustes preestablecidos de tono, el cambio de tono en la dirección ascendente tiene un valor diferente al de la dirección descendente y, en el que opcionalmente, para al menos algunos de los ajustes de tono predeterminados, para datos de giro seleccionados correspondientes a regiones críticas específicas de giro del brazo, la correspondencia entre los datos de giro y el tono se re-escala para proporcionar un mejor control del instrumentista.
5. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el cambio de tono tiene un valor máximo en cada dirección, de modo que los cambios en los datos de giro correspondientes a un giro adicional del brazo (20) no produzcan un cambio de tono adicional.
6. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se puede controlar la asignación de los datos de giro a un intervalo específico de datos de giro, para asignar el cambio de tono dentro de un alcance controlable de giro del brazo (20), según lo determinado por los datos de giro, y en el que el alcance controlable se determina opcionalmente para uno o más de dichos ajustes de de tonos preestablecidos.



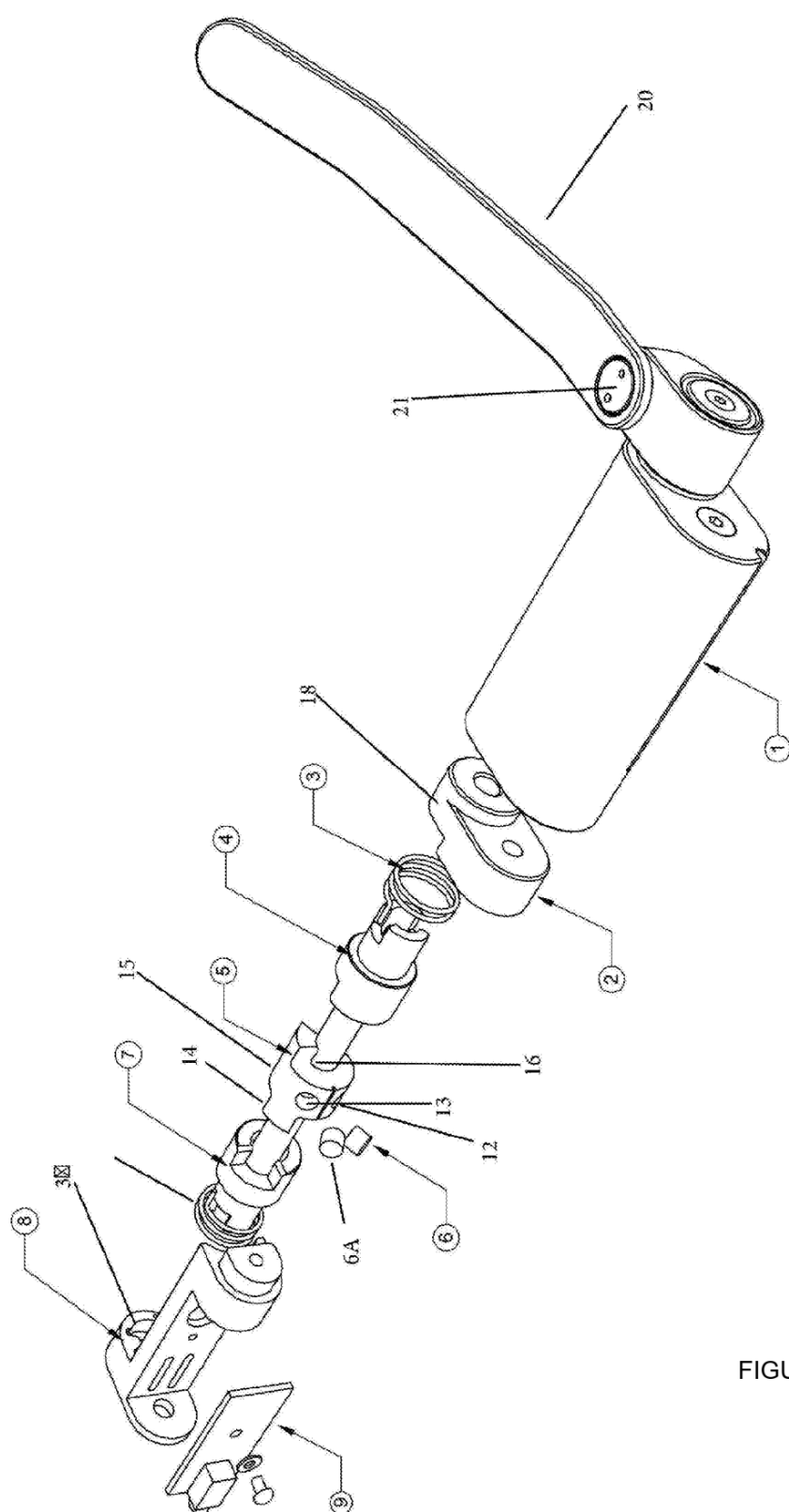


FIGURA 3

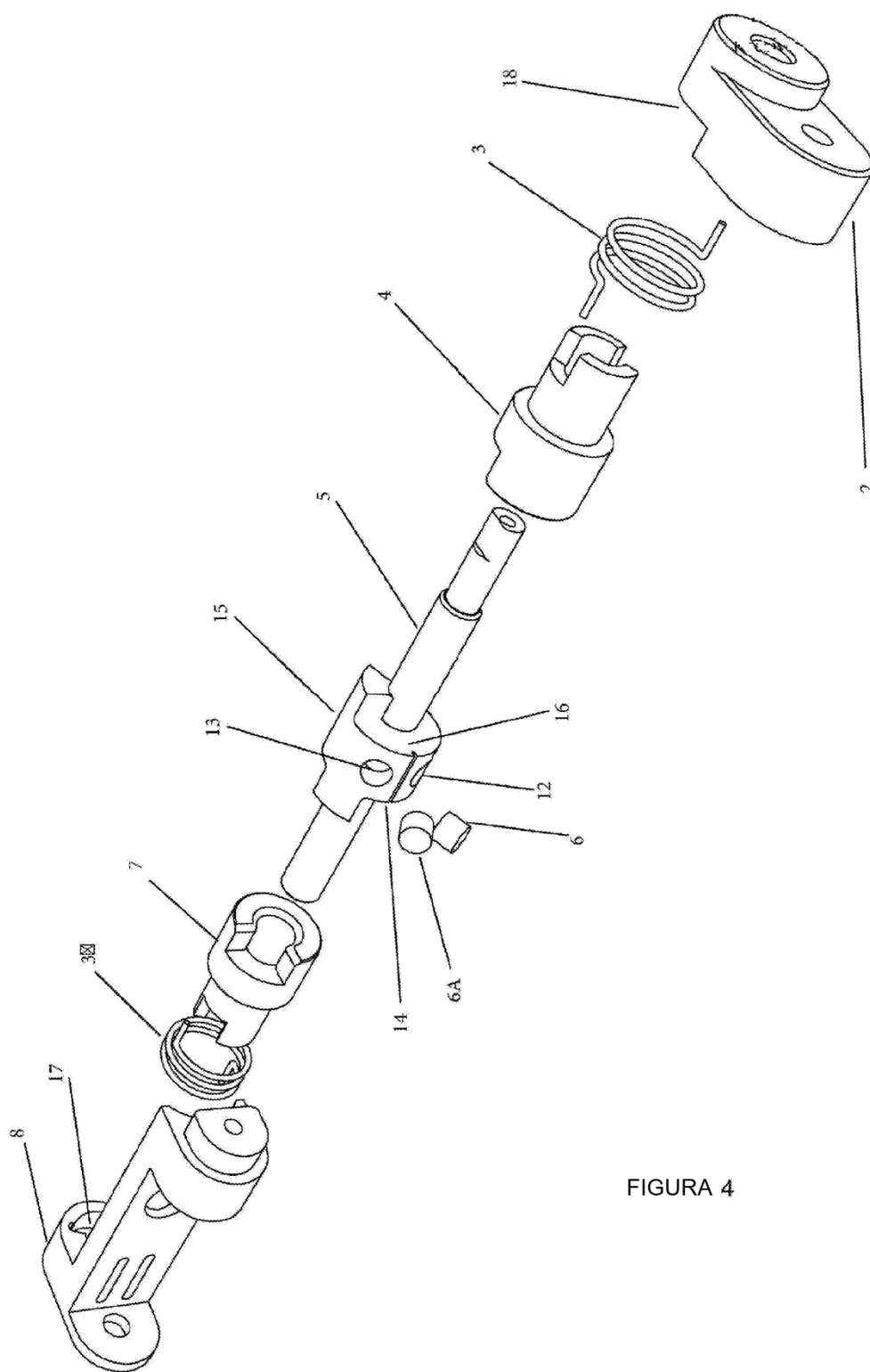
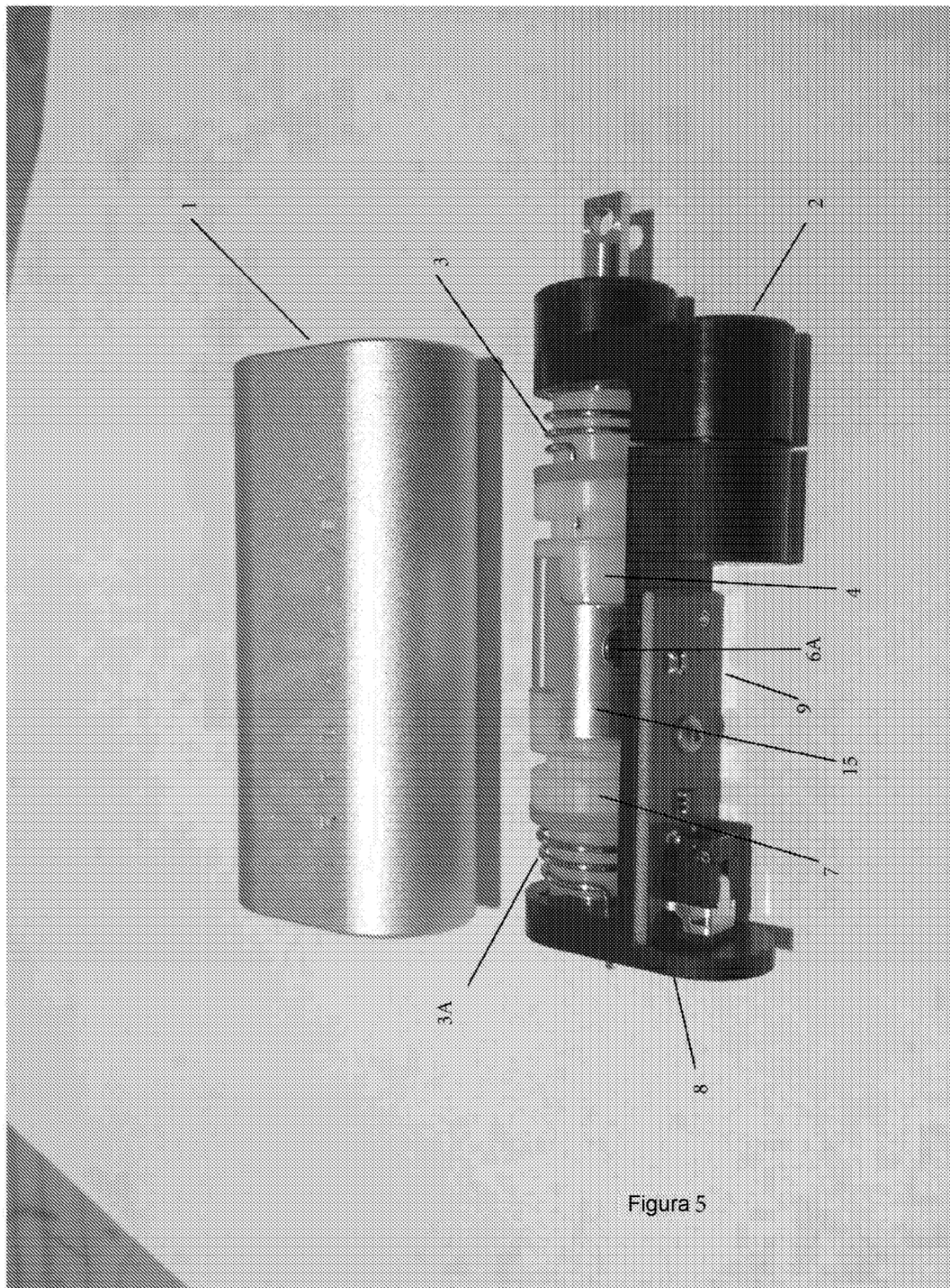


FIGURA 4



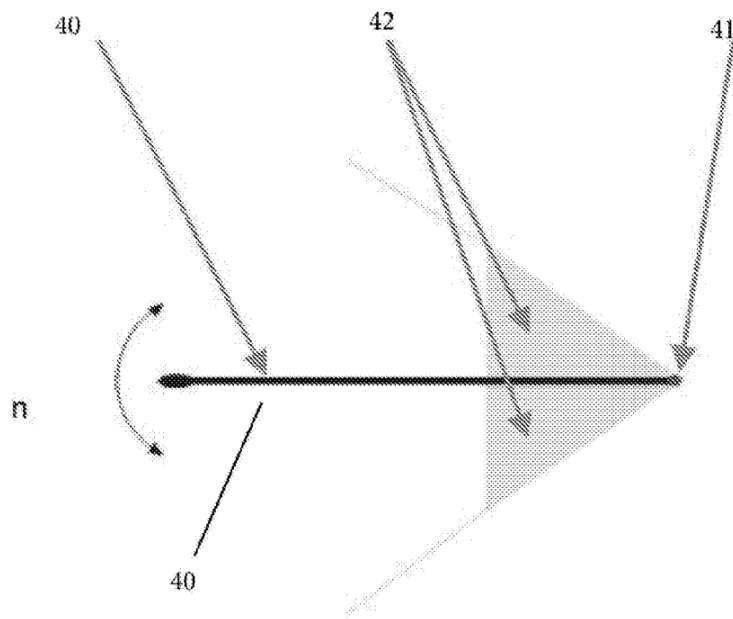


Figura 6

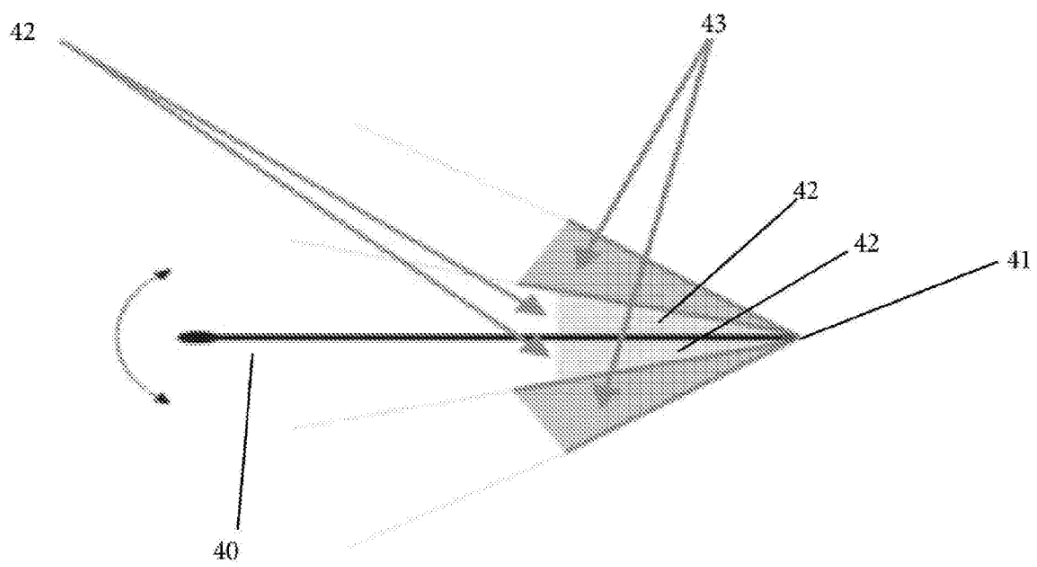


Figura 7

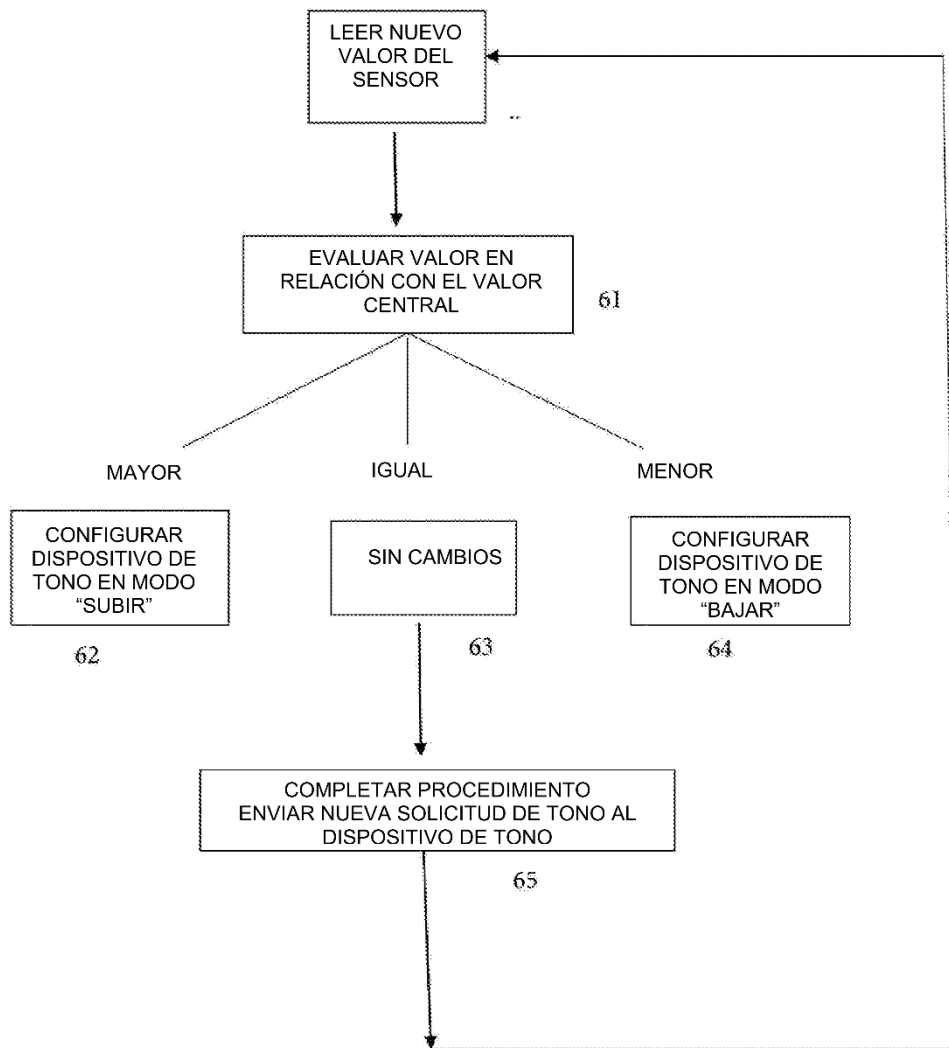


Figura 8

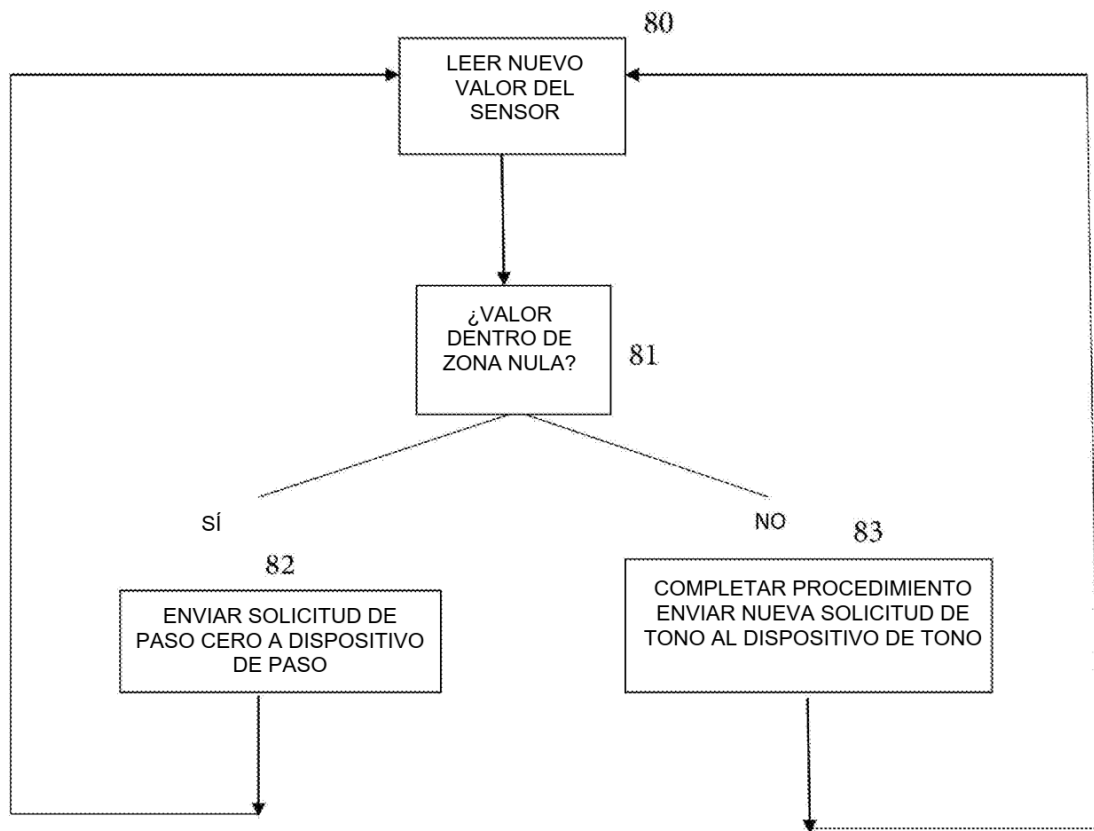


Figura 9

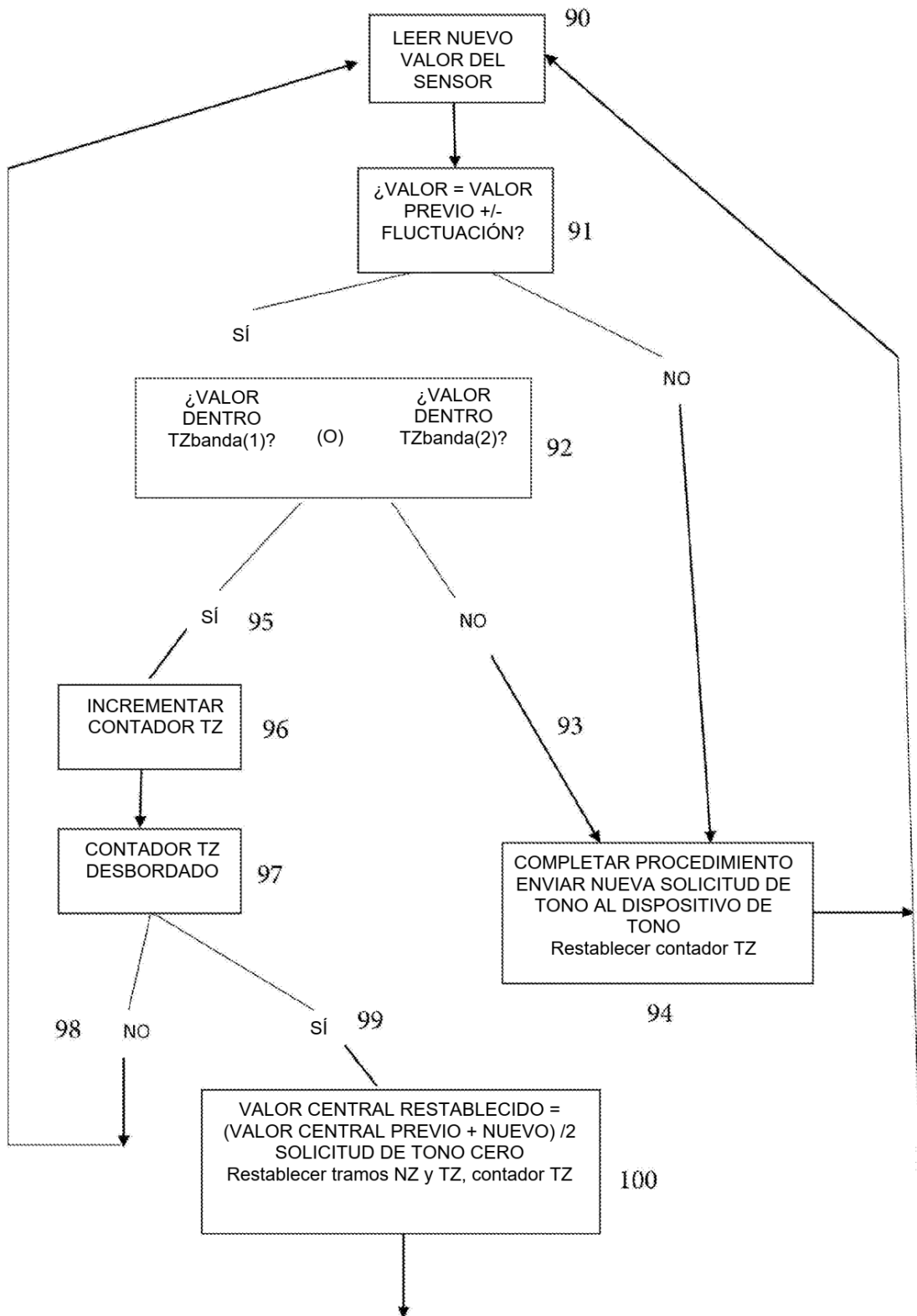


Figura 10

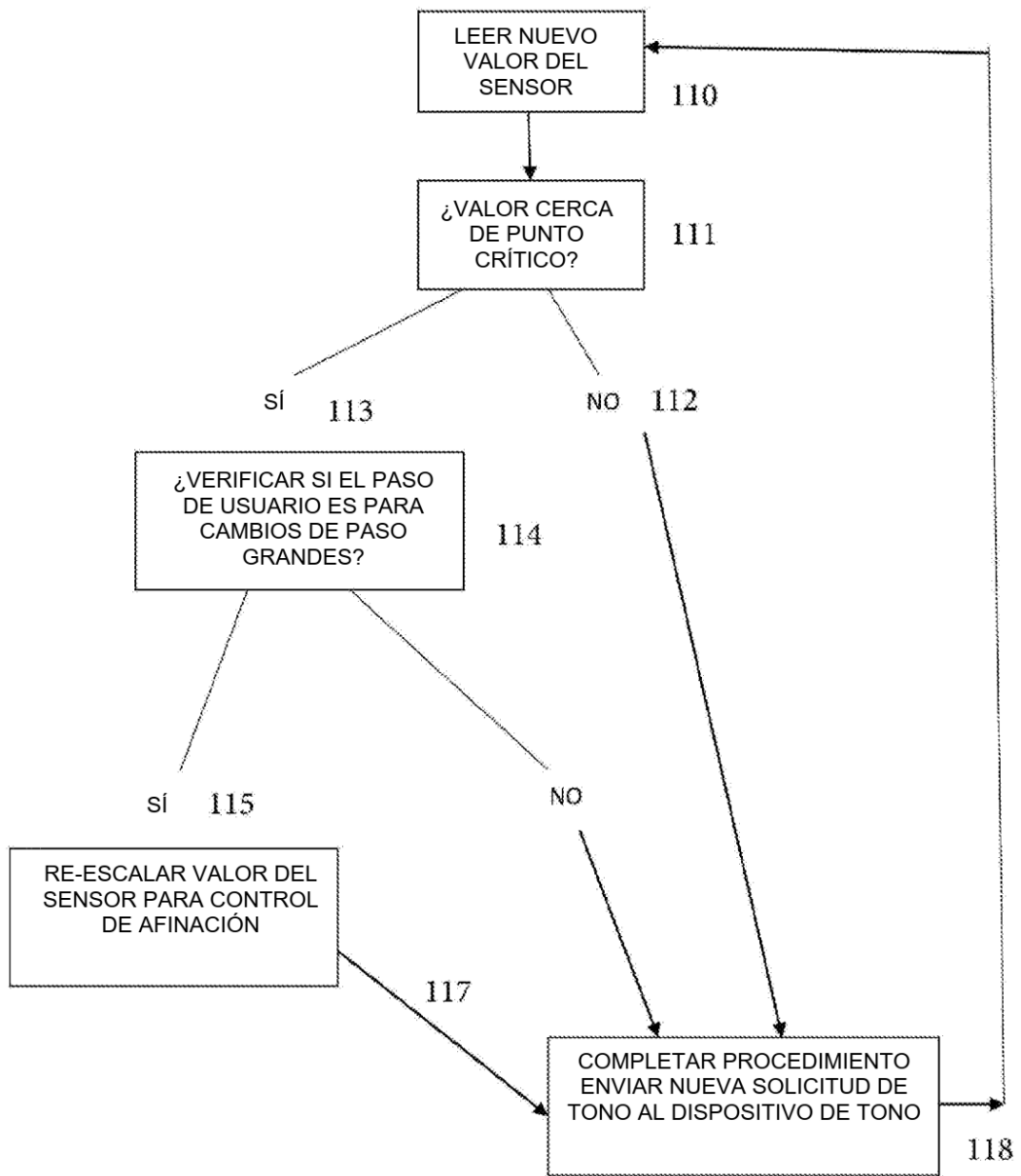


Figura 11

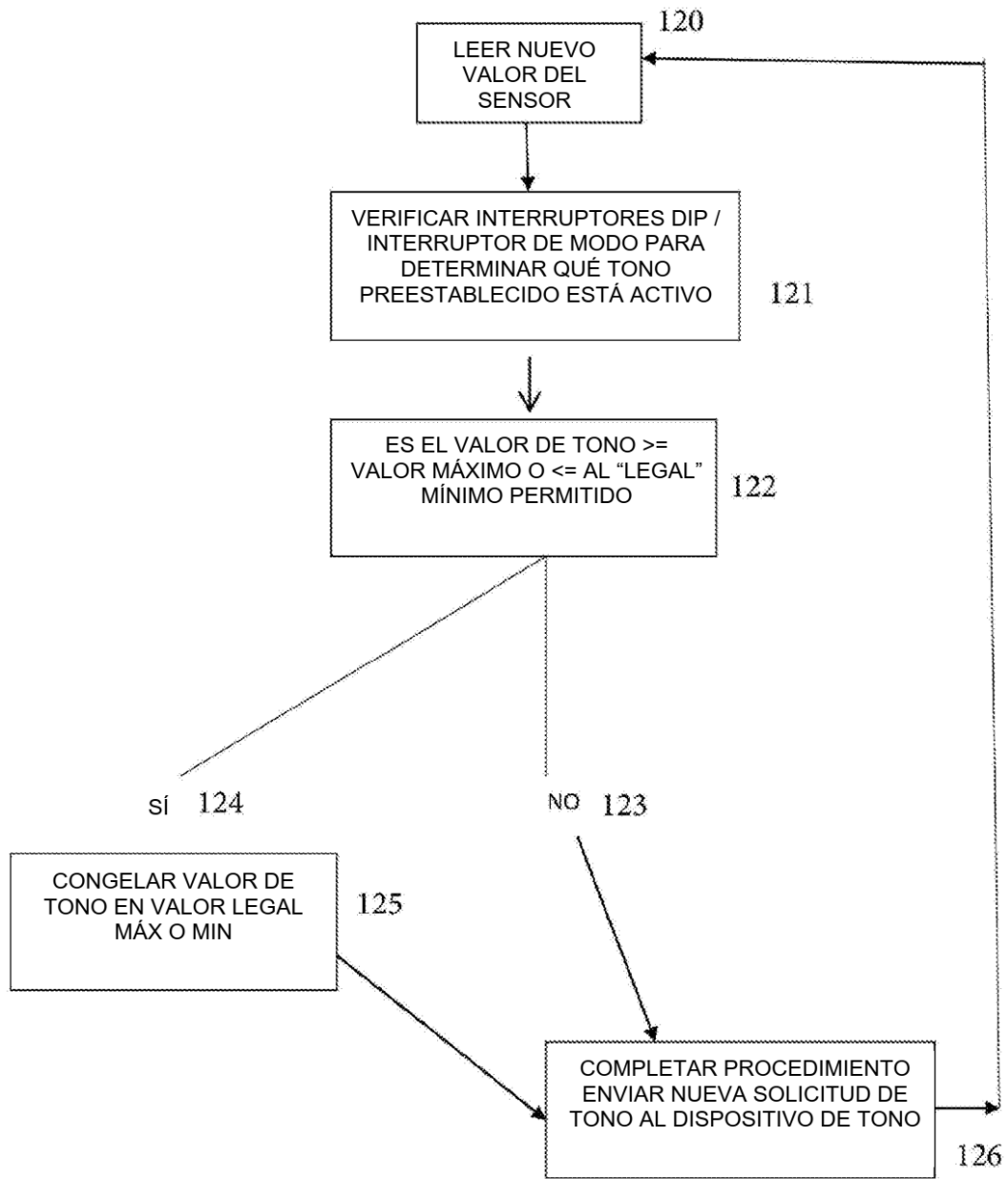


Figura 12

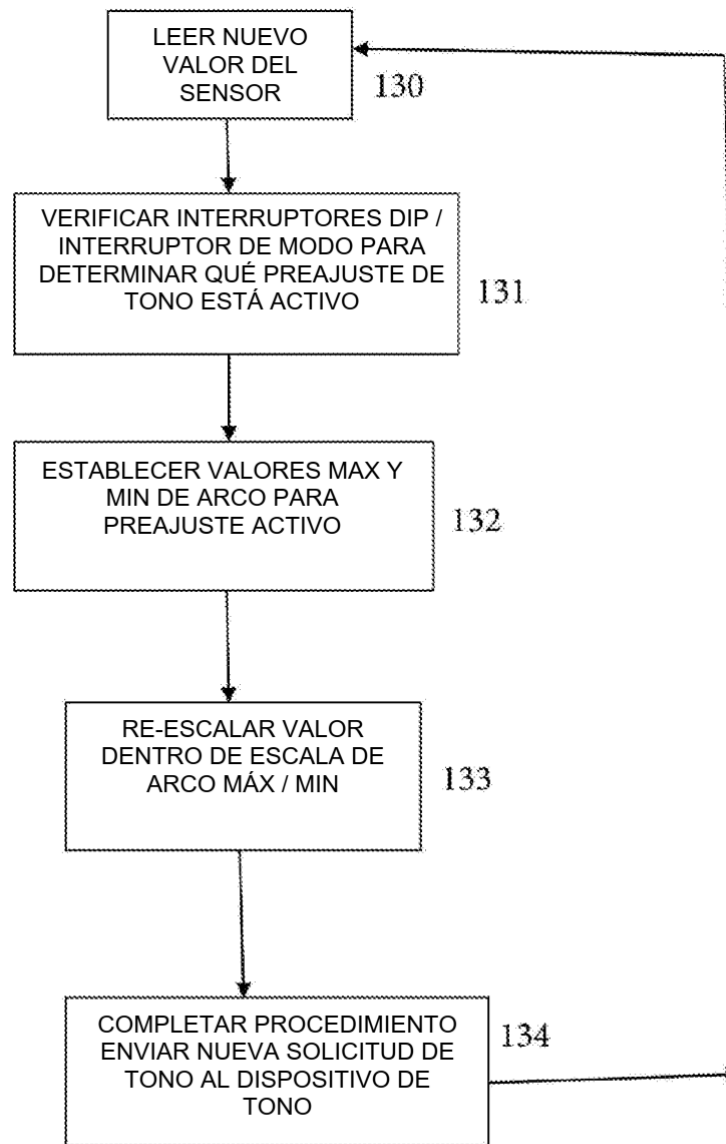


Figura 13

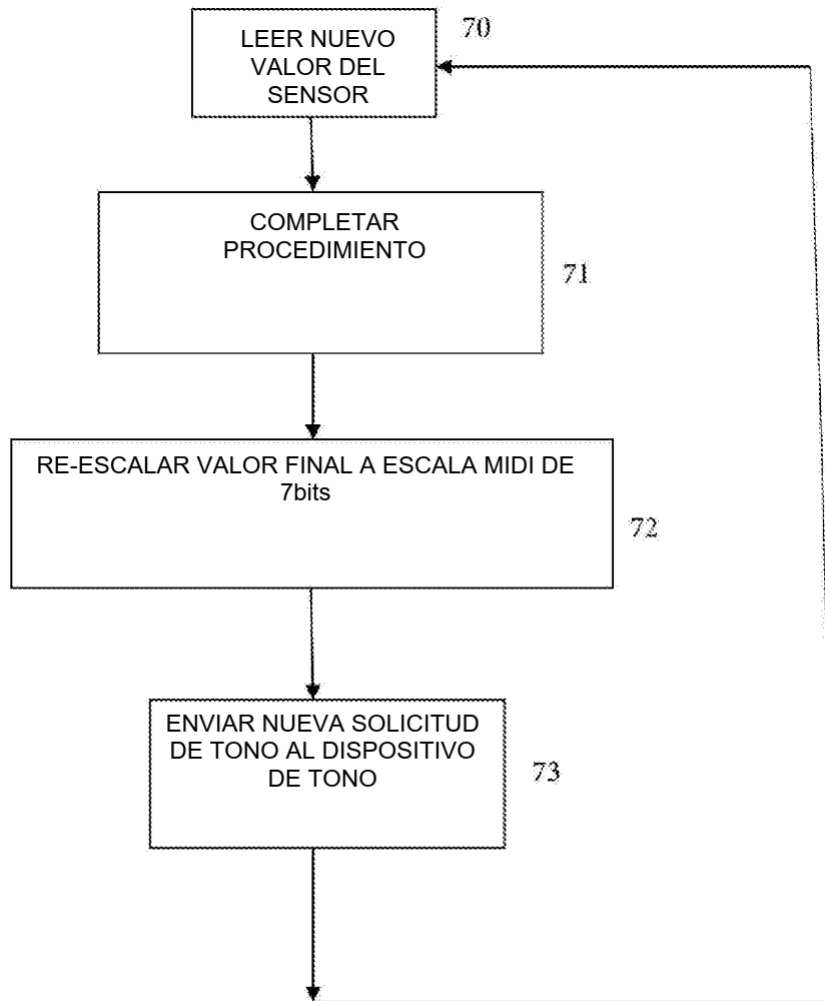


Figura 14

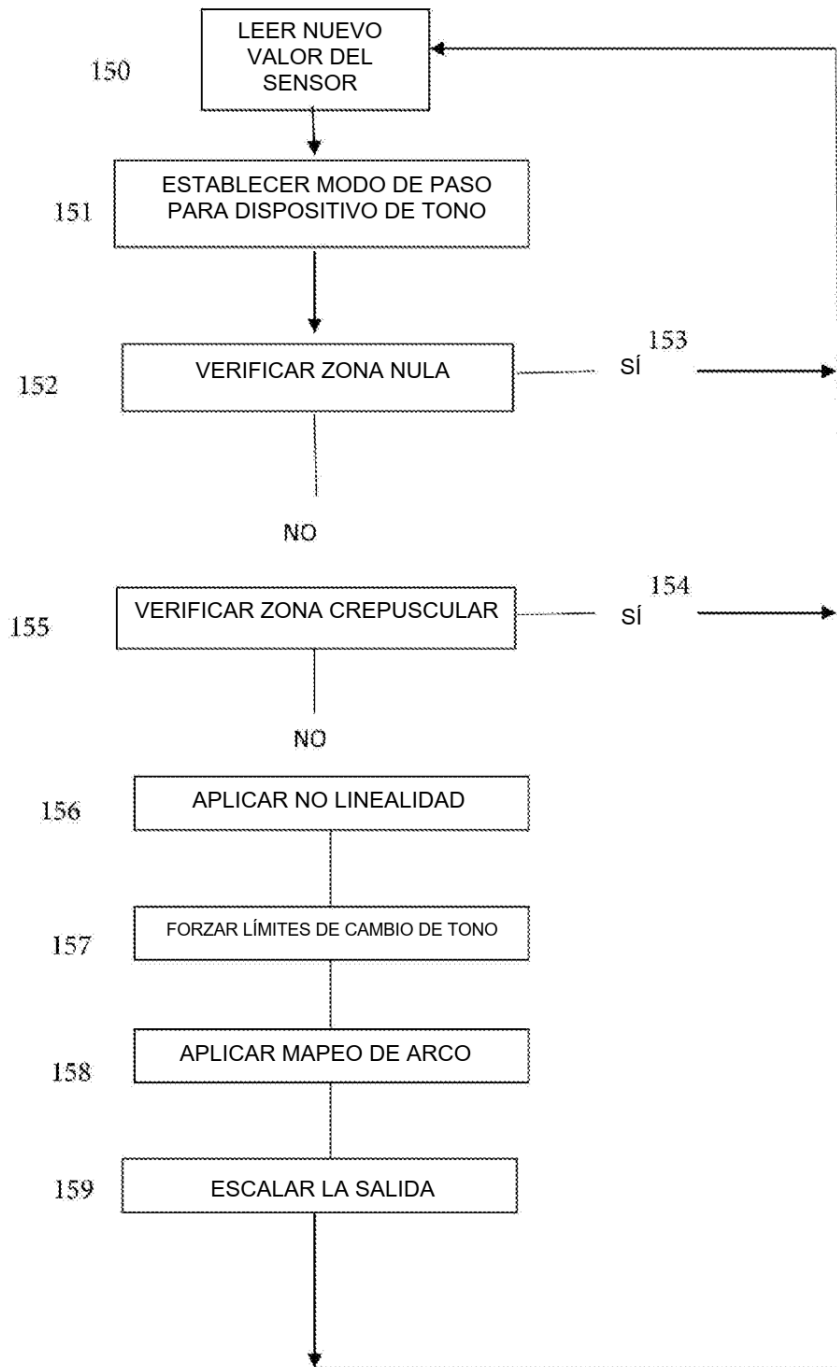


Figura 15

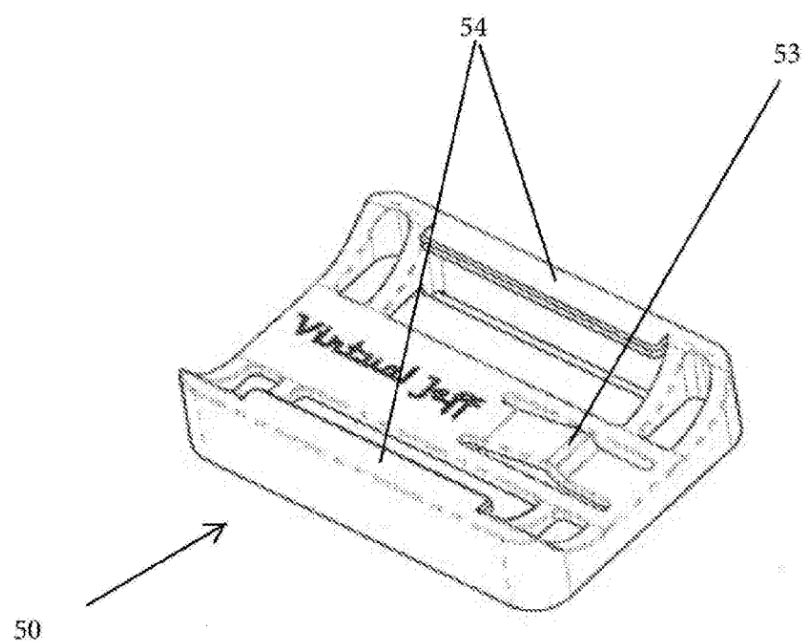


Figura 16A

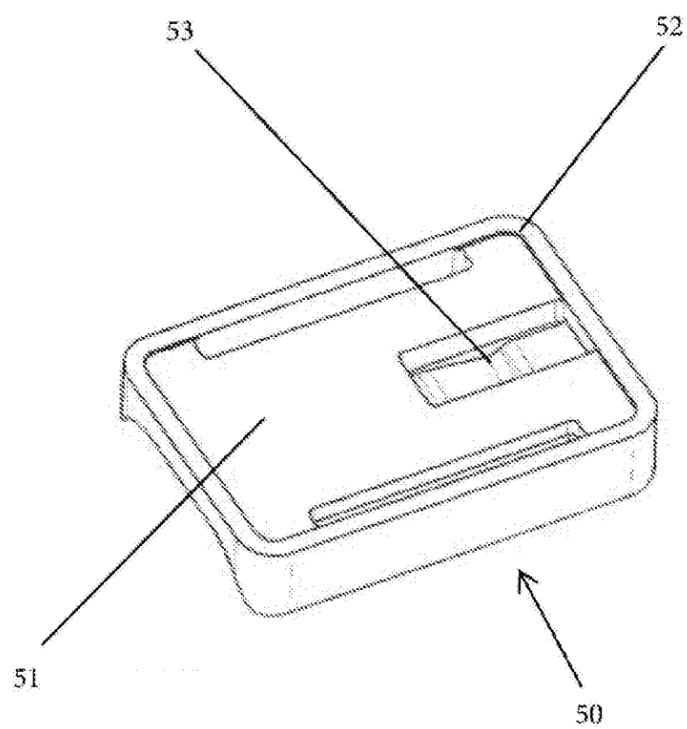


Figura 16B

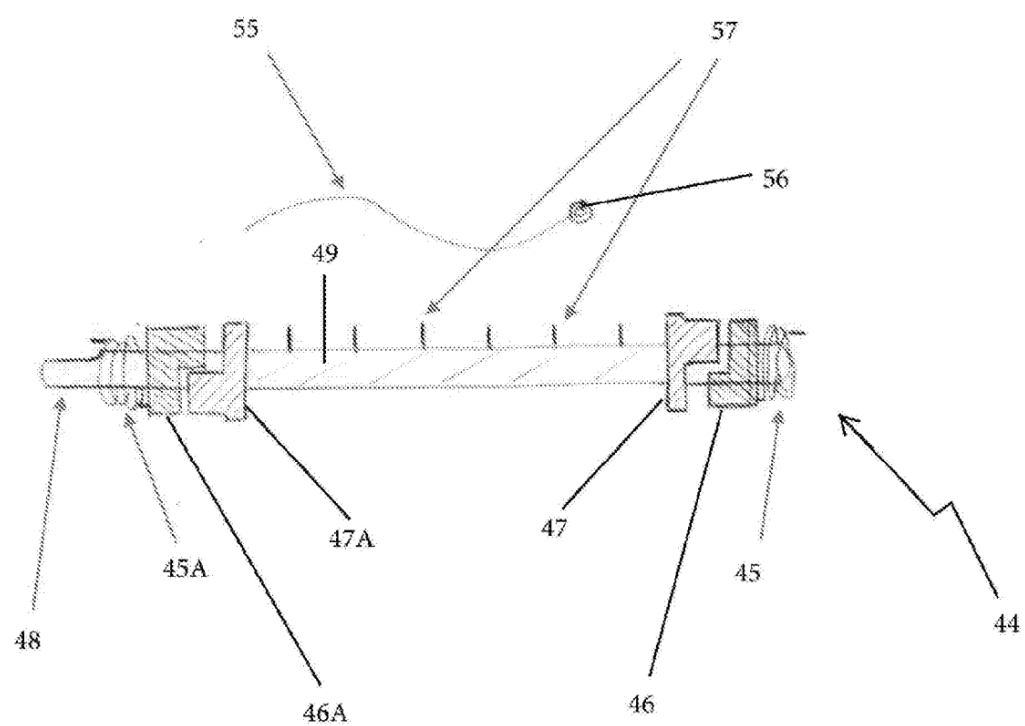


Figura 17